

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“IMPACTO DE LA TALA SELECTIVA DEL BOSQUE NATIVO Y DE LAS PLANTACIONES DE PINUS PATULA Y EUCALYPTUS GLOBULUS EN LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS BOSQUES DE MAZÁN Y LLAVIUCUO DEL PARQUE NACIONAL CAJAS”

*Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Ambiental*

AUTORAS:

ANA CECILIA CORAIZACA CAMPOVERDE
C.I. 0301802807

MÓNICA ISABEL YAMASQUI ANGAMARCA
C.I. 0302316229

DIRECTOR:

BLGA. FANNY XIMENA PALOMEQUE PESANTEZ PhD
C.I. 0301356382

CUENCA – ECUADOR
2018



Resumen

Los bosques altoandinos han sufrido procesos de cambios ocasionados por la deforestación, tala selectiva y la plantación de especies exóticas, modificando las condiciones naturales de las microcuencas de los ríos de Mazán y Llaviucuo.

La finalidad de este estudio fue determinar el impacto de la tala selectiva y la introducción de especies exóticas en las diferentes coberturas: Bosque Maduro (B. Maduro), Bosque Secundario (B. Secundario), Plantación de *Eucalyptus globulus* (P. Eucalipto) y Plantaciones de *Pinus patula* (P. Pino).

En cada zona (Llaviucuo y Mazán), se implementaron 4 parcelas de 10 x 15 m en cada una de las coberturas vegetales, dentro de las cuales se establecieron 5 subparcelas de 2 x 2 m. Fueron registradas las siguientes variables: diámetro basal (cm) y la altura (cm) de todos los individuos de especies arbóreas con un diámetro < 5cm y de los individuos de especies arbustivas con un diámetro <1cm.

Los resultados mostraron que hay una diferencia significativa tanto en la riqueza como en la abundancia bajo las diferentes coberturas vegetales. En las dos zonas de estudio se evidencia que en la P. Pino tanto la riqueza como la abundancia de especies son más bajas en comparación con otros tipos de cobertura.

Palabras claves: Regeneración natural, *Pinus patula*, *Eucalyptus globulus*, cobertura vegetal.



Abstract

The Andean forests have undergone processes of changes caused by deforestation, selective logging and the planting of exotic species, modifying the natural conditions of the of the Mazán and Llaviucuo micro watersheds.

The aims of this study were to determine the impact of selective logging and the introduction of exotic species in different vegetation cover: Old Growth Forest (OGF), Secondary Forest (Secondary F.), Plantation of *Eucalyptus globulus* (Eucalyptus P.) and Plantations of *Pinus patula* (Pine P.).

In each zone (Llaviucuo and Mazán), four plots of 10 x 15 m were implemented in each vegetation cover, within 5 subplots of 2 x 2 m were established. The following variables were registered: basal diameter (cm) and the height (cm) of all the individuals of tree species with a diameter <5cm and of the individuals of shrub species with a diameter <1cm were recorded.

The results showed that there is a significant difference in both species richness and abundance under the different vegetation cover. In the two study areas it is evident that in Pine P. both richness and abundance of species are lower in comparison with other vegetation cover.

Key words: Natural regeneration, *Pinus patula*, *Eucalyptus globulus*, plant cover.



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Identificación del problema y justificación	16
1.2. Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
1.3. Hipótesis	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Importancia de los bosques andinos	19
2.2. Perturbación de los bosques	20
2.3. Importancia de la dinámica de la regeneración natural en bosques naturales y plantaciones exóticas	21
2.4. Composición florística	21
2.4.1. Abundancia	22
2.4.2. Área basal	22
2.4.3. Dominancia	22
2.4.4. Frecuencia	23
2.4.5. Índice de Valor de Importancia (IVI)	23
2.4.6. Índice de Volumen de Madera (IVM)	24
2.5. Biodiversidad e Índices de Similitud	24
2.5.1. Diversidad Alfa	24
2.5.2. Diversidad Beta	25
3. MATERIALES Y METODOS	26
3.1. Descripción del Área de Estudio	26
3.1.1. Descripción de la vegetación en los bosques de Mazán y Llaviucuo	27
3.2. Muestreo de especies vegetales	27



3.3.	Análisis de datos	29
4.	RESULTADOS	30
4.1.	Riqueza y abundancia de la regeneración natural bajo diferentes coberturas en Mazán y Llaviucuo	30
4.2.	Estructura leñosa (árboles y arbustos) entre diferentes coberturas	35
4.3.	Grado de impacto en la regeneración natural	38
5.	DISCUSIÓN	41
5.1.	Efecto de los tipos de cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Pino y P. Eucalipto) en la regeneración natural	41
5.2.	Efecto de los tipos de cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Pino y P. Eucalipto) en la estructura de la vegetación	43
5.3.	Importancia de las especies nativas y endémicas en el manejo y conservación de los bosques montanos	44
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
6.1.	Conclusiones	45
6.2.	Recomendaciones	46
7.	BIBLIOGRAFÍA	47
8.	ANEXOS	54
Anexo1.	Lista de especies registradas en la zona de Mazán. Sp corresponde a las especies que no pudieron ser identificadas	54
Anexo 2.	Lista de especies registradas en la zona de Llaviucuo. Sp corresponde a las especies que no pudieron ser identificadas	55
Anexo 3.	Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Mazán	56
Anexo 4.	Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Llaviucuo	59
Anexo 5.	Lista de especies endémicas presentes en Mazán y Llaviucuo	62
Anexo 6.	Tipos de cobertura de las zonas de estudio	63
Anexo 7.	Ficha de registro de datos en el campo. Θ es el diámetro y H la altura	64



Anexo 8. Registros fotográficos del trabajo de campo llevado a cabo en Mazán y Llaviucuo	65
--	----

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de las zonas de estudio: Mazán y Llaviucuo, provincia del Azuay	27
Figura 2: Diseño de parcelas para el inventario de especies leñosas en regeneración natural en los bosques de Mazán y Llaviucuo.	29
Figura 3: Riqueza de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Mazán. Letras significan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.	31
Figura 4: Abundancia de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Mazán. Letras significan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.	32
Figura 5: Riqueza de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Llaviucuo. Letras significan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.	33
Figura 6: Abundancia de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Llaviucuo. Letras significan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.	34
Figura 7: Índice de Volumen de Madera por cada cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto, P. Pino) presentes en Mazán. Letras significan similitud entre coberturas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar	36



Figura 8: Índice de Volumen de Madera por cada cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto, P. Pino) presentes en Llaviucuo. Letras significan similitud entre coberturas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar. 38

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1: Índices de diversidad y Equidad por cada tipo de cobertura presentes en Mazán 32

Tabla 2: Índices de diversidad empleados para cada tipo de coberturas presentes en Llaviucuo 34

Tabla 3: Lista de las 3 especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) por cada tipo de cobertura presentes en Mazán 35

Tabla 4: Lista de las 3 especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) por cada tipo de cobertura, presentes en Llaviucuo. 37

Tabla 5: Análisis de la similitud existente entre las coberturas estudiadas. A el número de especies encontradas en el B. Maduro, B el número de especies encontradas en el B. Secundario, P. Eucalipto o P. Pino según el caso de estudio y C el número de especie compartidas entre las dos coberturas. Mazán 38

Tabla 6: Endemismo, estructura leñosa y estado de sucesión de especies por cobertura en Mazán..... 39

Tabla 7: Análisis de la similitud existente entre las coberturas estudiadas. A el número de especies encontradas en el B. Maduro, B el número de especies encontradas en el B. Secundario, P. Eucalipto o P. Pino según el caso de estudio y C el número de especie compartidas entre las dos coberturas. Llaviucuo 40

Tabla 8: Análisis de endemismo, estructura leñosa y estado de sucesión de especies por cobertura en Llaviucuo 41



Cláusulas de licencia y autorización para publicar en el Repositorio Institucional.

Yo, Ana Cecilia Coraizaca Campoverde, autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “IMPACTO DE LA TALA SELECTIVA DEL BOSQUE NATIVO Y DE LAS PLANTACIONES DE *PINUS PATULA* Y *EUCALYPTUS GLOBULUS* EN LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS BOSQUES DE MAZÁN Y LLAVIUCUO DEL PARQUE NACIONAL CAJAS.”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de mayo de 2018

Ana Cecilia Coraizaca Campoverde
C.I. 0302316229



Cláusulas de licencia y autorización para publicar en el Repositorio Institucional.

Yo, Mónica Isabel Yamasqui Angamarca, autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “IMPACTO DE LA TALA SELECTIVA DEL BOSQUE NATIVO Y DE LAS PLANTACIONES DE *PINUS PATULA* Y *EUCALYPTUS GLOBULUS* EN LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS BOSQUES DE MAZÁN Y LLAVIUCUO DEL PARQUE NACIONAL CAJAS.”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS CREATIVIDAD, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de mayo de 2018

Mónica Isabel Yamasqui Angamarca

C.I. 0302316229



Cláusulas de propiedad intelectual

Yo, Ana Cecilia Coraizaca Campoverde, autora del trabajo de titulación “IMPACTO DE LA TALA SELECTIVA DEL BOSQUE NATIVO Y DE LAS PLANTACIONES DE PINUS PATULA Y EUCALYPTUS GLOBULUS EN LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS BOSQUES DE MAZÁN Y LLAVIUCUO DEL PARQUE NACIONAL CAJAS.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 10 de mayo de 2018

Ana Cecilia Coraizaca Campoverde
C.I. 0302316229



Cláusulas de propiedad intelectual

Yo, Mónica Isabel Yamasqui Angamarca, autora del trabajo de titulación “IMPACTO DE LA TALA SELECTIVA DEL BOSQUE NATIVO Y DE LAS PLANTACIONES DE PINUS PATULA Y EUCALYPTUS GLOBULUS EN LA REGENERACIÓN NATURAL EN LOS BOSQUES DE MAZÁN Y LLAVIUCUO DEL PARQUE NACIONAL CAJAS.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 10 de mayo de 2018

Mónica Isabel Yamasqui Angamarca

C.I. 0302316229



AGRADECIMIENTO

Al Dr. Alfredo Martínez por la dirección del proyecto.

A nuestra directora de tesis Blga. Ximena Palomeque, PhD, por su constante apoyo e impartirnos sus conocimientos.

A la Blga. Ruth Arias por su valiosa contribución para el desarrollo de este trabajo de titulación.

Al Centro de Agroforestería y Manejo del Paisaje del Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad de Cuenca.

Al MAE por los permisos de investigación y a ETAPA por el apoyo logístico.

Ana Coraizaca – Mónica Yamasqui



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis hijos Cristian Armando, Blas Sebastián y Diego Leonardo, siendo ellos mi fortaleza y motivación para salir adelante en todas mis metas propuestas.

A mis padres Santos y Gladis, a mis hermanos Juan y Magui, a mis sobrinos Carlos y Lucía por contribuir en el cumplimiento de mis objetivos.

A mi esposo Diego por creer en mí y apoyarme siempre.

A mis amigos por todos los buenos momentos que pasamos durante nuestra vida universitaria, y de manera especial a Mónica porque sin el equipo que formamos, no hubiera logrado esta meta.

Ana C.



DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis hijos: Ángel Emanuel y Daniel Alfonso quiénes son lo más hermoso que tengo en mi vida y han sido mi inspiración para superarme día a día y cumplir esta meta.

A mis queridos padres Manuel y Margarita por su apoyo incondicional, por haber confiado en mí y por siempre estar ahí en los buenos y sobre todo en los malos momentos.

A mis hermanos: Nube, Elvia, Alfonso y sobre todo Angélica por todas las risas y lágrimas compartidas y por todas las que nos falta por vivir.

A mi Esposo Rodrigo por su amor y apoyo incondicional y por siempre confiar en mí.

A mi abuelita Mercedes, que, aunque ya no está conmigo sé que desde el lugar que ella se encuentre me cuida y este día se sentirá orgullosa de mí.

A mis amigos por todos los momentos felices y tristes que pasamos durante nuestra etapa universitaria, fue una verdadera aventura superar todos los retos que se nos presentó.

A mi compañera de tesis Ceci por ser una gran amiga y por ayudarme a cumplir este sueño tan anhelado.

Mónica Y



1. INTRODUCCIÓN

Se estima que aproximadamente el número de especies de plantas vasculares de la tierra se encuentran alrededor de 223000 - 420000, de lo cual solo las especies vasculares de América del Sur constituyen alrededor de 90000 especies. Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador cubren aproximadamente el 2.4% del total de la superficie terrestre y constituyen alrededor del 21% de América del Sur y albergan el 55% de su flora (Hoorn et al., 2010).

En los inventarios de vegetación realizados en el Ecuador en los años 2000 y 2008 se registran 4011 y 4433 especies endémicas respectivamente (Herzog, Martinez, Jorgensen & Tiessen, 2012). Considerándose como el país con mayor diversidad biológica por unidad de área a nivel mundial, con el 7.6% de plantas vasculares, 18% de aves, 9% de anfibios, 8% de mamíferos y el 6% reptiles (MAE, 2014). Las variaciones climáticas, topográficas y ecológicas, dan origen a diversas zonas de vida, en las cuales se han generado microclimas, formaciones geológicas y tipos de suelos que conjuntamente contribuyen a la formación de micro-hábitats, donde coexiste un alto número de especies de plantas y animales con adaptaciones específicas (Galeas et al., 2010).

La región de los Andes ecuatorianos es una de las zonas con gran diversidad florística, donde se encuentran los bosque andinos, sin embargo existe una intensa presión sobre ellos, históricamente, han existido grandes procesos de deforestación, colonización y expansión de la frontera agrícola que han ocasionado su degradación y fragmentación (Knoke et al., 2014). De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Ecuador como consecuencia de los cambios de uso de suelo, presenta las tasas de deforestación más altas de América del Sur durante los últimos 20 años (tasas anuales del 1.5% en el período 1990-2000 y 1.8% para el período 2001-2010) (Tapia et al. 2015). En el período de 1990 a 2008 la tasa de deforestación anual neta fue de 753.9 km², perdiendo una extensión de 19000 km² de bosque natural (Sierra, 2013).

Los programas de reforestación implementados desde hace varias décadas en las zonas andinas se han basado en plantaciones exóticas como el pino y el eucalipto, lo cual ha



generado un problema en los ecosistemas naturales que amenaza su integridad y conservación (Schüttler & Karez, 2008).

A pesar de todos estos problemas, aún es posible encontrar remanentes de bosque nativos, principalmente localizados en zonas de difícil acceso y en áreas protegidas como es el caso del Parque Nacional Cajas (PNC), el cual es un sistema montañoso, que posee un sistema lacustre y una gran biodiversidad de flora y fauna (MAE, 2013). El PNC alberga 12 micro cuencas hidrográficas entre ellas Mazán y Llaviucuo, mismas que son de gran importancia para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de Cuenca (Chacón, 2016). En estos bosque podemos encontrar áreas con vegetación primaria, vegetación secundaria y remanentes de vegetación exótica como es el caso de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* (Yepes, Jaramillo & Orrego, 2010). En estos bosques no existen estudios que permitan conocer cómo es la dinámica de regeneración natural de las especies leñosas a lo largo del tiempo, por ello es conveniente realizar estudios e investigaciones para poder realizar un plan de manejo acorde a las condiciones actuales y requerimientos de estos ecosistemas.

El presente trabajo se enfoca en determinar el impacto de la tala selectiva del bosque nativo y de las plantaciones de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* en la regeneración natural en los bosques de Mazán y Llaviucuo.

1.1. Identificación del problema y justificación

En los Andes ecuatorianos históricamente han existido procesos de cambio de uso del suelo, debido a la colonización, ampliación de la frontera agrícola y la introducción de especies exóticas, los mismos que se intensificaron con la reforma agraria, impulsando a los pequeños agricultores a acceder a las zonas montañosas, desencadenando un proceso masivo de pérdida de bosques (Gondard, León, Sylva & Fauroux, 1988). Los bosques altoandinos de Mazán y Llaviucuo no fueron exentos de estos problemas, y también sufrieron el impacto de la tala de árboles con alto valor maderero (Salgado, Betancourt & Cuesta, 2007).



Por otro lado, los fuertes problemas de deforestación e introducción de especies exóticas que estaban sufriendo Mazán y Llaviucuo, frenaron cuando, la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ETAPA. EP), en 1984 adquirió el bosque de Mazán como bosque protector y en 1996 el bosque de Llaviucuo, pasando a constituir este último a ser parte del PNC (Chacón, 2016).

Alrededor del año de 1959, el bosque de Mazán fue parte de la hacienda del mismo nombre y cubría grandes extensiones de bosque nativos y de páramo, donde se desarrollaron actividades de extracción de especies maderables de gran valor como *Prumnopitys montana*, *Ocotea heterochroma* y *Myrcianthes rhopaloides* los mismos que eran entregados a las industrias de muebles. Mientras que en la zona de Llaviucuo las actividades de deforestación y cambio de uso de suelo fueron mucho más drásticas debido al relieve moderado que facilita su acceso, registrado grandes áreas deforestadas y extensas zonas ganaderas (Chacón, 2016).

A partir de la adquisición de estas zonas por parte de ETAPA. EP se han implementado acciones de preservación, por lo que actualmente se encuentra en procesos de regeneración natural, aunque con ciertas dificultades por el hecho que las grandes extensiones de pastizales dificultan los procesos de establecimiento de semillas y de regeneración natural de especies arbustivas o arbóreas (Vargas, 2011). Según (Palomeque et al., 2017) menciona que los pastizales con especies exóticas, pueden inhibir la regeneración natural de especies por el efecto de competencia a nivel radicular y aérea (hojas y tallos).

Los bosques andinos juegan un papel muy importante cumpliendo diversas funciones tales como: regulación del ciclo hidrológico, conservación del hábitat natural y de la diversidad biológica, protección del suelo, absorben dióxido de carbono (CO₂), proporcionan una acción depuradora contribuyendo así a la reducción del efecto invernadero y a mitigar el cambio climático. A parte de las funciones protectoras los bosques brindan funciones recreativas y sociales al ser sitios privilegiados para la recreación por los atractivos turísticos que ofrecen (Benito & Serrat, 2003).



1.2. Objetivos

Objetivo General

Estudiar el impacto de la tala selectiva del bosque nativo y de las plantaciones de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus* en la regeneración natural en los bosques de Mazán y Llaviucuo del Parque Nacional Cajas.

Objetivos Específicos

Analizar la regeneración natural en términos de riqueza y abundancia entre diferentes coberturas (plantación de *Pinus patula*, plantación de *Eucalyptus globulus*, bosque secundario nativo y bosque nativo maduro) en los bosques de Mazán y Llaviucuo.

Determinar la estructura leñosa (árboles y arbustos) entre diferentes coberturas (plantación de *Pinus patula*, plantación de *Eucalyptus globulus*, bosque secundario nativo y bosque nativo maduro) en los bosques de Mazán y Llaviucuo.

Determinar el grado de impacto por la tala selectiva del bosque nativo y las plantaciones de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*, en la regeneración natural de especies leñosas tomando como patrón de referencia el bosque nativo maduro.

1.3. Hipótesis

Existen diferencias en la regeneración natural entre las diferentes coberturas (plantación de *Pinus patula*, plantación de *Eucalyptus globulus*, bosque secundario nativo y bosque nativo maduro) en los bosques de Mazán y Llaviucuo.



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia de los bosques andinos

Los Andes Tropicales se caracterizan por su gran riqueza, endemismo y diversidad florística, son considerados como uno de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo, de tal manera que se convierten en un área prioritaria para la conservación. Se estima que el 50% de las especies de plantas se encuentran en esta región (Alvear, Betancur & Franco, 2010). Sin embargo, diversas actividades humanas amenazan su integridad (Armenteras, Rodríguez, Retana & Morales, 2011), según Altamirano & Lara, (2010), las actividades que más afectan son extracción de la madera, agricultura y ganadería. A nivel mundial las tasas de deforestación se han incrementado paulatinamente, en Latinoamérica se realizó un estudio en donde se reporta que el Ecuador es uno de los países con la tasa más alta de deforestación (Armenteras & Rodríguez, 2014). Un ejemplo de este problema se evidencia en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, donde los bosques son talados para el establecimiento de pastizales, además se da una tala selectiva de especies maderables como: *Cedrela montana*, *Cedrellinga cateniformis*, *Swietenia macrophylla*, *Juglans neotropica* y *Podocarpus oleifolius* (Bussmann, 2005).

De manera general el área de bosque primario va en disminución y se ve un aumento progresivo en la regeneración de bosque secundario. Se conoce como bosque secundario a la vegetación leñosa que crece en un terreno abandonado luego de que la vegetación original fuera devastada para fines antrópicos (Henao, Ordóñez, Camino, Villalobos & Carrera, 2015). Estos bosques son ecosistemas de gran importancia ecológica así como para la prestación de bienes y servicios a la sociedad, el éxito de la sucesión secundaria depende de varios factores como: las condiciones de clima y suelo, intensidad y tiempo del uso anterior, cercanía a fuentes de semillas y la capacidad de regeneración natural (Guariguata & Ostertag, 2001).

La deforestación a su vez, genera ambientes propicios para realizar plantaciones con especies exóticas, este es un problema poco estudiado pero que trae consecuencias que



van desde un ligero cambio en la composición de especies hasta la extinción (Sirombra & Mesa, 2010).

Las especies exóticas son aquellas introducidas por actividades humanas (voluntaria o involuntariamente) en un ecosistema que está fuera de su área de distribución natural (Rodríguez, 2001). Se ha demostrado que las especies exóticas son responsables de un elevado número de extinciones de especies nativas puesto que ocupan el segundo lugar en importancia después de la destrucción del hábitat al actuar de manera sinérgica con otras amenazas (Romero, Medellín & Ita, 2008). Sin embargo, otros estudios reportan que las plantaciones exóticas pueden favorecer a la regeneración natural de las especies nativas, gracias al microclima que generan como por ejemplo: protección de la irradiación, fuertes vientos, y la temperatura se vuelve más estable (Gómez, 2011).

En Costa Rica en las últimas décadas se reforestó con especies exóticas los ecosistemas degradados, puesto que son especies de rápido desarrollo, sin embargo se demostró que en los bosques con especies exóticas la diversidad biológica es baja al comparar con los bosques nativos de referencia (Llosa & Monge, 2016). Además se conoce que en estas plantaciones existe una mayor proliferación de plagas y enfermedades, empobrecimiento y erosión del suelo, así como una reducción en el recurso hídrico y servicios ambientales en general (Huber, Iroumé, Mohr & Frêne, 2010). De la misma manera en Chile, numerosas especies han sido introducidas con fines de conservación de suelo y producción de madera y algunas de ellas se han convertido en invasoras, como las especies *Pinus contorta* y *Pseudotsuga mensiezii*, son el punto de inicio de procesos de invasión en unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (Peña & Pauchard, 2001).

2.2. Perturbación de los bosques

La perturbación en los bosques se puede presentar de forma natural o antropogénica. Las perturbaciones naturales se presentan con escalas de tiempo largos suficientes como para que se dé una recuperación del equilibrio de los bosque, mientras que la perturbación antropogénica suele darse en cortos períodos de tiempo causando cambios estructurales



y funcionales en bosques, donde los cambios funcionales son más severos porque afectan su potencial de recuperación (Quintanilla, 2008).

2.3. Importancia de la dinámica de la regeneración natural en bosques naturales y plantaciones exóticas

La regeneración natural es un proceso biológico y ecológico que ocurre en la vegetación como mecanismo de sucesión vegetal o forestal a través del tiempo (Pérez, Jarquín & Serrano, 2005). La regeneración natural se reconoce como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbación naturales o antrópicos (Norden, 2014). Es un proceso continuo natural del bosque para asegurar su propia sobrevivencia y del ecosistema en su conjunto, pues contribuye con el mantenimiento de la fertilidad del suelo, reduce la erosión y las nuevas plántulas contribuyen con la fijación de nitrógeno y el reciclaje de nutrientes (Camba, 2003).

Las etapas de la regeneración natural pueden ser divididos en cuatro grupos: en el primer grupo se concentran las semillas y su germinación, las plántulas, y factores ecológicos; el segundo grupo constituye el crecimiento que comienza con el cierre del dosel y se caracteriza por la acelerada mortalidad de los árboles debido a la búsqueda de luz, agua y nutrientes; el tercer grupo se refiere a la regeneración del sotobosque y en el cuarto grupo se establece la etapa de crecimiento continuo (Bonfil, Cajero & Evans, 2008).

2.4. Composición florística

La composición florística juega un papel importante en la regeneración natural, siendo esta, el resultado de una larga selección natural de especies. La composición de un bosque se determina por el número de familias, géneros y especies que se registren dentro del bosque al momento de realizar un inventario, esta información se utiliza esencialmente para caracterizar de manera inicial al bosque en su estructura arbórea (Pérez, Jarquín & Serrano, 2005).

La composición florística está determinada tanto por los factores de posición geográfica, clima, suelos y topografía; como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies (Louman, 2001).



2.4.1. Abundancia

Hace referencia al número de individuos por especie, se distingue la abundancia absoluta, la cual es el número de individuos de una especie en un área determinada y la abundancia relativa es la proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos en un área determinada se calcula mediante la ecuación 1 y 2 respectivamente (Moreno 2001).

$$AB = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Area muestreada}} \quad (1)$$

$$AR = \frac{AB \text{ (por cada especie)}}{AB \text{ (de todas las especies)}} * 100 \quad (2)$$

Dónde: AB= Abundancia absoluta, AR= Abundancia relativa

2.4.2. Área basal

El área basal hace referencia a una medida indirecta de la biomasa y de la productividad de un sitio determinado, se determina mediante la ecuación 3 en la cual interviene el diámetro de cada especie y se expresa en unidades de superficie (Moreno, 2001).

$$\text{Area basal} = \pi * \frac{D^2}{4} \quad (3)$$

Dónde: D= Diámetro del individuo

2.4.3. Dominancia

Representa la importancia de una especie en función de su desarrollo en un ecosistema dado, se mide a través del área basal (ecuación 3). Se distinguen la dominancia absoluta, que es el área basal de una especie en relación al área muestreada y la dominancia relativa es la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie con respecto a la dominancia absoluta de todas las especies, se calcula por medio de la ecuación 4 y 5 (Zarco et al. 2010).

$$DA = \frac{\text{Area basal de una especie}}{\text{Area muestreada}} \quad (4)$$



$$DR = \frac{DA \text{ (por especie)}}{DA \text{ (de todas las especies)}} * 100 \quad (5)$$

Dónde: DA= Dominancia absoluta, DR= Dominancia relativa

2.4.4. Frecuencia

Es la probabilidad de encontrar una especie en una unidad muestral y se evalúa de acuerdo con su presencia en las subparcelas de un sitio determinado. Se distinguen la frecuencia absoluta, que es la relación porcentual entre el número de subparcelas en que aparece una especie y el total de subparcelas y la frecuencia relativa es la relación porcentual entre la frecuencia absoluta de cada una de las especies y la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies, la frecuencia absoluta se calcula mediante la ecuación 6 y 7 (Moreno, 2001).

$$FA = \frac{\text{Número de cuadros en las que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}} \quad (6)$$

$$FR = \frac{FA \text{ (por cada especie)}}{FA \text{ (de todas las especies)}} * 100 \quad (7)$$

Dónde: FA= Frecuencia absoluta, FR= Frecuencia relativa

2.4.5. Índice de Valor de Importancia (IVI)

Es un parámetro que mide el valor de las especies, es decir revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad en base a tres parámetros principales: abundancia, dominancia y frecuencia. Este índice se calcula por la ecuación 8 (Zarco et al. 2010).

$$IVI = AR + DR + FR \quad (8)$$

Dónde: IVI = Índice de valor de importancia, AR= Abundancia relativa, DR= Dominancia relativa, FR= Frecuencia relativa



2.4.6. Índice de Volumen de Madera (IVM)

Es un parámetro utilizado para conocer el crecimiento de los individuos de una determinada especie en diferentes ecosistemas, ya que este integra las medidas de altura y diámetro basal de cada individuo y se calcula a partir de la ecuación 9 (Wishnie et al., 2007).

$$IVM = \frac{0.5\pi D^2}{4} h \quad (9)$$

Dónde: IVM = Índice de volumen de madera, D = diámetro basal (m). h = altura (m)

2.5. Biodiversidad e Índices de Similitud

La biodiversidad se define como la riqueza biológica de un sitio y es necesario medirla para probar teorías sobre la dinámica de los ecosistemas o el impacto de ciertas actividades antropogénicas sobre ella y la estructura de un paisaje y poder establecer medidas de manejo y conservación de ecosistemas. La utilización de los diferentes índices para analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una zona dada no es suficiente (Moreno et al. 2011).

2.5.1. Diversidad Alfa

Corresponde a la riqueza de especies que hay en una unidad paisajística o un hábitat determinada (Moreno et al. 2011).

2.5.1.1. Índice de Shannon-Wiener

Este índice permite determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat, se representa normalmente como H' mediante la ecuación 10 (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Sus valores están dentro de un rango que va de 0 cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Lande, 1996; Moreno, 2001).

$$H' = - \sum (P_i * \ln P_i) \quad (10)$$



Dónde: H' = Índice de Shannon-Wiener, P_i = Abundancia relativa, \ln = Logaritmo natural

2.5.1.2. Índice de Diversidad de Simpson

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos de la población extraídos al azar pertenezcan a la misma especie se calcula mediante la ecuación 11 y 12, en donde los valores varían de 0 a 1 indicando valores próximos a 1 mayor diversidad (Briceño, 2018).

$$D_{si} = 1 / \sum \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (11)$$

Dónde: D_{si} = Índice de Simpson, n_i = número de individuos en la i ésima especie, N = número total de individuos.

$$SiD = 1 - D_{si} \quad (12)$$

Dónde: SiD = Índice de diversidad de Simpson, D_{si} = Índice de Simpson

2.5.1.3. Equidad de Pielou

Permite medir la equidad existente entre los diversos ecosistemas analizando la riqueza y la abundancia, puesto que mide que todas las especies sean igual de abundantes. Los resultados se interpretan en base de una escala que va de 0 a 1 y se calcula mediante la ecuación 13 (Zarco et al. 2010).

$$E = (H') / (\ln S) \quad (13)$$

Dónde: E = Equidad de Pielou, H' = Índice de Shannon, S = número total de especies

2.5.2. Diversidad Beta

Es la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades. Mide las diferencias entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidades o dos paisajes (Mostacedo & Fredericksen 2000).

2.5.2.1. Índice de Sørensen



Permite comparar comunidades con atributos similares así como también son útiles para comparar las comunidades de plantas de estaciones diferentes o micro sitios con distintos grados de perturbación, se obtiene mediante la ecuación 14 dando valores que van de 0 a 1 (Moreno, 2001).

$$IS = \frac{2C}{A+B} * 100 \quad (14)$$

Dónde: IS = Índice de Sørensen, A = número de especies encontradas en la comunidad A, B = número de especies encontradas en la comunidad B, C = número de especie compartidas en ambas comunidades.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en los bosques de Mazán y Llaviucuo (Figura 1) en el PNC, el rango altitudinal está entre los 2900 y 4200 m.s.n.m, corresponden a los ecosistemas bosque siempreverde montano alto, con una temperatura que fluctúa entre 7 – 25 °C y una precipitación media anual de 1000 a 2000 mm (MAE, 2013).

La reserva de Mazán se encuentra localizada aproximadamente a 10 km al oeste de la ciudad de Cuenca de la provincia del Azuay en las parroquias de Sayausi y San Joaquín, pertenece a la microcuenca del río Mazán, cuyas aguas representan alrededor del 20% del caudal del río Tomebamba, el cual es uno de los principales afluentes que abastecen de agua potable a la ciudad (Minga, 2000).

La reserva de Llaviucuo, está ubicada a 17 km al oeste de la ciudad de Cuenca en la parroquia Sayausi por la vía Cuenca-Molleturo-Puerto Inca, se encuentra dentro de la microcuenca del río Taita Chugo, esta abastece de aproximadamente el 30% de agua potable a la ciudad de Cuenca (Ludeña & Rojas, 2014).

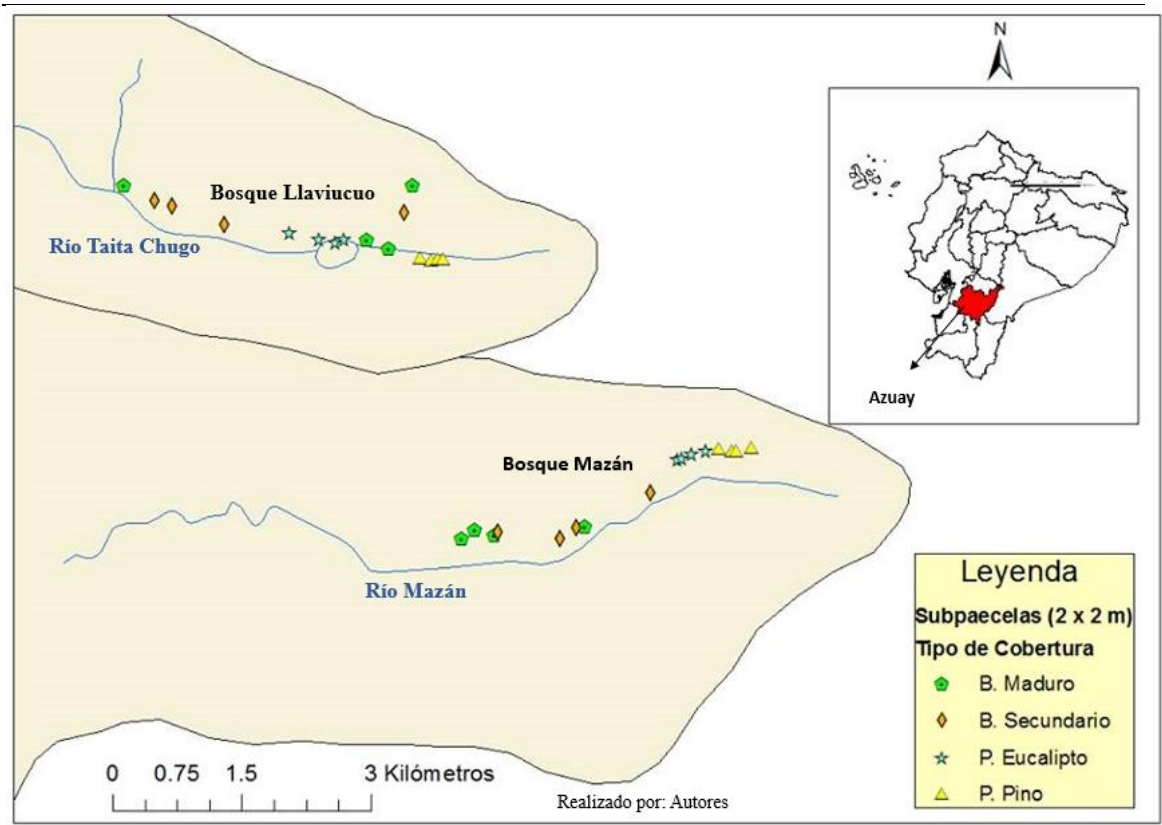


Figura 1: Ubicación de las zonas de estudio: Mazán y Llaviucuo, provincia del Azuay

3.1.1. Descripción de la vegetación en los bosques de Mazán y Llaviucuo

La reserva de Llaviucuo presenta varios tipos de hábitats, siendo los más dominantes el páramo y el bosque maduro, sin embargo, podemos encontrar áreas de bosque secundario, pastizal, y bosques secundarios con plantaciones de pinos y eucaliptos.

La reserva de Mazán presenta un mosaico de cobertura vegetal en diferentes etapas de sucesión, como consecuencia del impacto por la tala selectiva efectuada años atrás, además por la variación altitudinal, existen diversos tipos de hábitats, como el páramo, bosques maduros, bosques secundarios, chaparros, pastos, bosques de polylepis y bosques secundarios con plantaciones de pinos y eucaliptos.

3.2. Muestreo de especies vegetales



El estudio se desarrolló dentro del marco de un proyecto financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC), dentro de la cooperación con la plataforma alemana de investigación y monitoreo de la biodiversidad en el Sur del Ecuador, denominado "Regeneración Natural del Bosque Secundario Altoandino Bajo la Influencia de Diferentes Tipos de Cobertura Vegetal Nativa y de Plantaciones Exóticas en el Parque Nacional el Cajas en la Provincia del Azuay". El muestreo de la vegetación se realizó entre enero y octubre del 2017.

Las parcelas permanentes de muestreo, tanto para el bosque de Mazán como para el bosque de Llaviucuo se instalaron considerando cuatro tipos de cobertura vegetal identificada, para lo cual se realizó visitas a las zonas, quedando distribuidas en los siguientes tipos de coberturas vegetales: B. Maduro, B. Secundario, P. Pino y P. Eucalipto (Anexo 6). Cabe mencionar, que en las dos zonas de estudio por cada cobertura se trató de cubrir la variabilidad en topografía y microclima.

En cada tipo de cobertura se instalaron 4 parcelas permanentes de 10 x 15 m (150 m²) con dirección al norte, las mismas que fueron delimitadas con piola en los bordes, y en cada una de ellas se instalaron 5 subparcelas de 2 x 2 m debidamente delimitadas (Figura 2), por tanto, 20 subparcelas por cada tipo de cobertura vegetal, con un total de 80 subparcelas por zona de estudio. Dentro de estas se contabilizó todos los individuos de las especies arbóreas con un diámetro basal < 5 cm y arbustivas con un diámetro < 1 cm, lo cual fue medido mediante la ayuda de un calibrador digital, la medición se efectuó a 5 cm sobre el nivel del suelo, siendo una medida estándar empleada para especies arbóreas y arbustivas. Además, se registró la altura de todos los individuos con la ayuda de un flexómetro.

El registro de especies e individuos se realizó en zigzag, para evitar errores en el conteo y daños en el sotobosque. Además, a cada uno de los individuos registrados se procedió a colocar una placa metálica de identificación con códigos para su monitoreo y estudios futuros. Para la identificación taxonómica de aquellas especies que no pudieron ser reconocidas en campo, se colectó una muestra similar fuera de la subparcela para ser secada y además se procedió a fotografiar y llevar al Herbario de la Facultad de Ciencias

Agropecuarias, con la ayuda de expertos se identificó la mayoría a nivel de especie, otros hasta el nivel de género y pocas no pudieron ser identificadas.

Para distinguir las especies entre especies pioneras y de sucesión avanzada, se acudió a bibliografía, bases digitales, y con la ayuda de expertos. El hábito de crecimiento se consultó en la siguiente página web (<http://www.tropicos.org>), y para determinar las especies endémicas se acudió al libro rojo de plantas endémicas del Ecuador (Léon, Valencia, & Pitman, 2011).

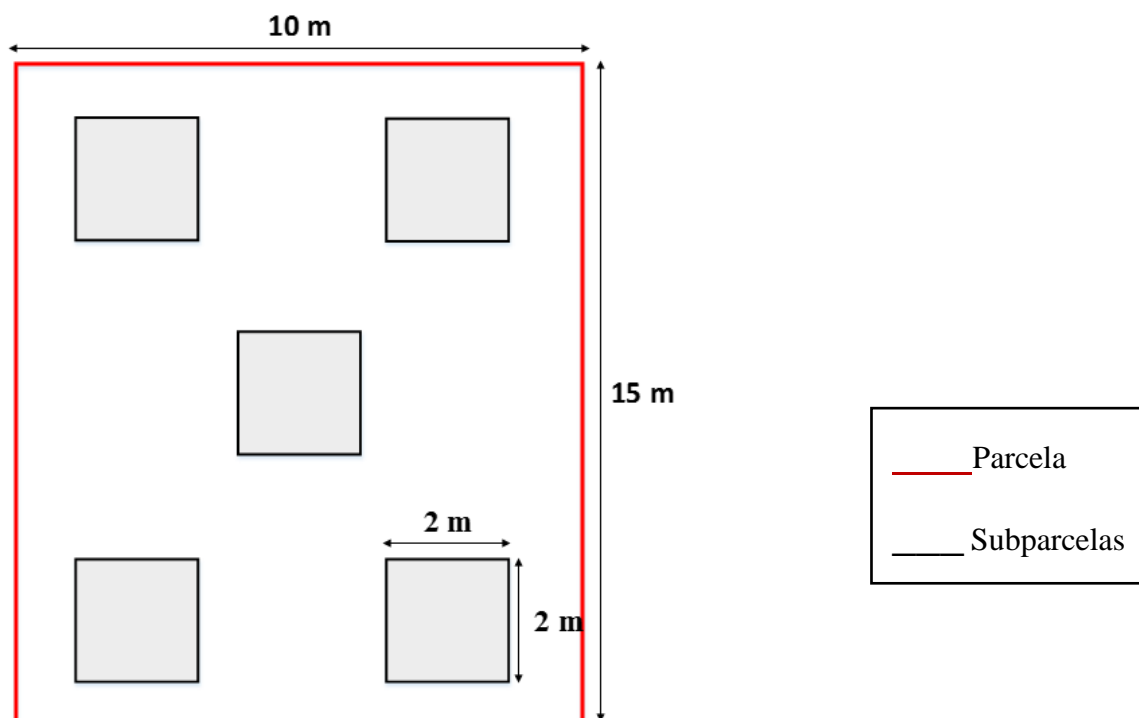


Figura 2: Diseño de parcelas para el inventario de especies leñosas en regeneración natural en los bosques de Mazán y Llaviucuo.

3.3. Análisis de datos

Para el cumplimiento del primer objetivo, por cada zona y cada tipo de cobertura vegetal muestreada se procedió a sumar la riqueza y abundancia a nivel de parcela, por tanto, la unidad de muestreo o experimental es la parcela.

Con el fin de comparar la regeneración natural por tipo de cobertura se aplicó un Análisis de varianza ($p < 0.05$), para lo cual previamente se procedió a comprobar la normalidad mediante el test de Shapiro y la homogeneidad de varianza utilizando el test de Levene. Adicionalmente, se realizó una prueba Scheffé (es un test de comparaciones múltiples de



las medias de grupos), para determinar la significancia estadística entre coberturas. Todos estos análisis se realizaron con el paquete estadístico R Project programa versión 3.3.1. La diversidad dentro de cada tipo de cobertura fue evaluada mediante el Índice de Shannon-Wiener, Índice de diversidad de Simpson e Índice de equidad de Pielou. Estos cálculos fueron realizados con el paquete estadístico R Project programa versión 3.3.1.

Para el cumplimiento del segundo objetivo se determinó las especies con mayor valor ecológico mediante el IVI (ecuación 8) para cada tipo de cobertura, para ello se sacó un promedio del área basal (ecuación 3) de todos los individuos que corresponden a la misma especie. Se sumó la abundancia relativa (ecuación 2), dominancia relativa (ecuación 5) y la frecuencia relativa (ecuación 7).

De la misma manera para el IVM se promedió los valores de altura y diámetro de todos los individuos que se registraron a nivel de parcela por cada cobertura y se obtuvo mediante la ecuación 9.

Para el cumplimiento del tercer objetivo, se determinó la similitud de la vegetación entre las diferentes coberturas, utilizando el índice de Sørensen, considerando B. Maduro como el ecosistema de referencia, consecuentemente se realizó una matriz (Tabla 5 y 7) de presencia y ausencia de las especies registradas en cada cobertura, mediante el cálculo se obtienen valores que van de 0 a 1 o en porcentaje, en donde los valores bajos presentan baja similitud. Además, se realizó una tabla (Tabla 6 y 8) comparativa entre las diferentes coberturas en la cual se analizó el número de especies endémicas, hábito de crecimiento (árboles o arbustos) y el estado de sucesión (pioneras o avanzadas) para determinar el impacto que ha causado la tala selectiva y la introducción de especies exóticas sobre la regeneración natural de las especies leñosas.

4. RESULTADOS

4.1. Riqueza y abundancia de la regeneración natural bajo diferentes coberturas en Mazán y Llaviucuo

En el bosque de Mazán, se registró una mayor riqueza en el B. Secundario con 27 especies leñosas, seguida del B. Maduro con 25 especies, y en menor número en la P. Eucalipto y

P. Pino con 17 y 9 especies respectivamente (Figura 3), estas diferencias entre tipos de cobertura fueron estadísticamente significativo ($p < 0.001$). En cuanto a la abundancia, el B. Maduro presentó la mayor cantidad de individuos 593, seguido del B. Secundario con 334, mientras que las P. Eucalipto y P. Pino albergaron la menor de cantidad de individuos con 150 y 16 respectivamente (Figura 4), estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$) y mediante la prueba de Scheffé se determinó que hay diferencias entre las coberturas estudiadas.

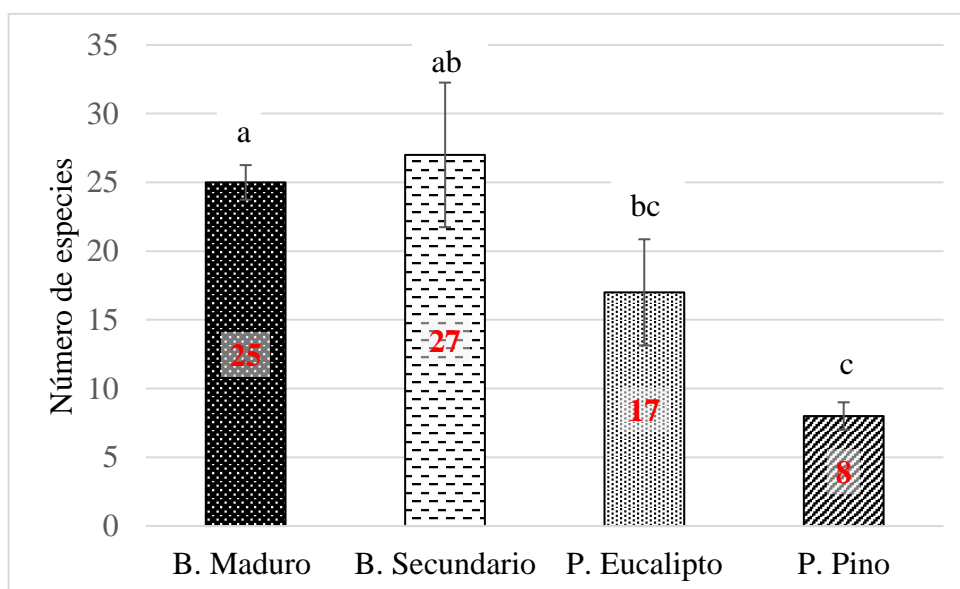


Figura 3: Riqueza de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Mazán. Letras significan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.

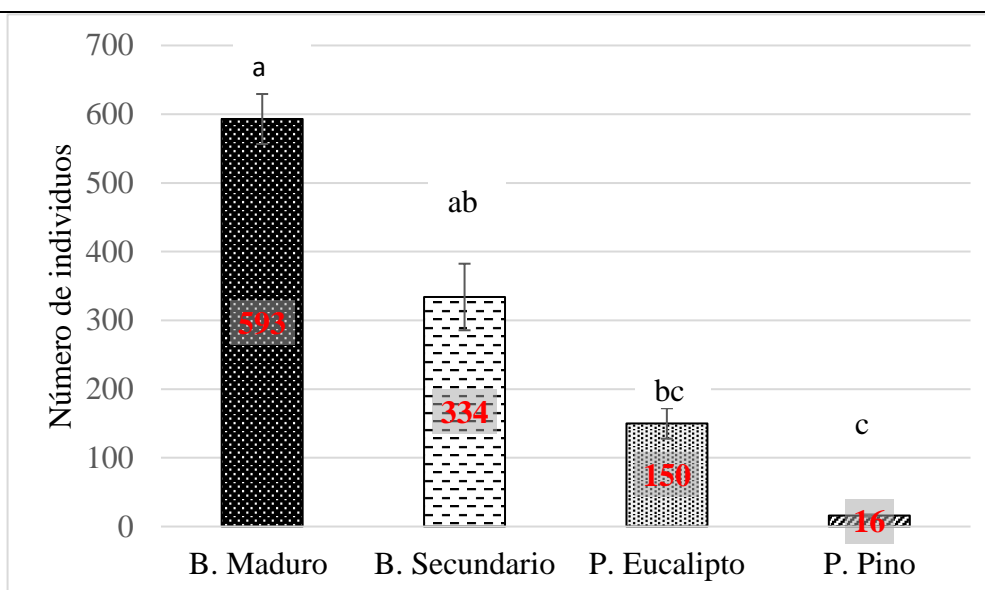


Figura 4: Abundancia de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Mazán. Letras significan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.

De acuerdo con el Índice de Shannon se registró que el B. Maduro tuvo un valor de 2.65 y B. Secundario 2.50, lo cual indica que son los ecosistemas más diversos en comparación con las P. Eucalipto y P. Pino con 2.34 y 1.75 respectivamente (Tabla 1). Mediante el Índice de Diversidad de Simpson la cobertura que mayor valor obtuvo fue el B. Maduro (0.91), seguido del B. Secundario y la P. Eucalipto con el mismo valor de 0.87 y la P. Pino con 0.77 (Tabla 1). No obstante, la Equidad de Pielou indicó que las coberturas con mayor distribución equitativa fueron el B. Maduro y P. Eucalipto con 0.83 y 0.82 respectivamente, seguido del B. Secundario con un valor de 0.81 y finalmente tenemos la P. Pino con un valor de 0.80 (Tabla 1).

Tabla 1: Índices de diversidad y Equidad por cada tipo de cobertura presentes en Mazán.

Cobertura	Índice de Shannon	Índice de Diversidad de Simpson	Equidad de Pielou
B. Maduro	2.65	0.91	0.82
B. Secundario	2.50	0.87	0.81
P. Eucalipto	2.34	0.87	0.83
P. Pino	1.75	0.77	0.80

Para el bosque de Llaviucuo, la regeneración natural en términos de riqueza de especies fue similar entre P. Eucalipto con 30 especies y B. Secundario con 29 especies, seguido del B. Maduro que albergó 20 especies leñosas y la cobertura con menor número de especies fue la P. Pino con 8 (Figura 5), estas diferencias entre tipos de coberturas fueron estadísticamente significativos ($p < 0.001$). Con respecto a la abundancia la cobertura de B. Maduro y B. Secundario tuvo similar abundancia con un total de 415 y 403 individuos respectivamente. No obstante, bajo las coberturas de P. Eucalipto y P. Pino, la diferencia de abundancia fue marcada, presentando 244 individuos bajo la P. Eucalipto y 104 bajo la P. Pino (Figura 6); estas diferencias entre tipos de cobertura fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$) y mediante la prueba de Scheffé se determina que hay diferencias entre las coberturas estudiadas.

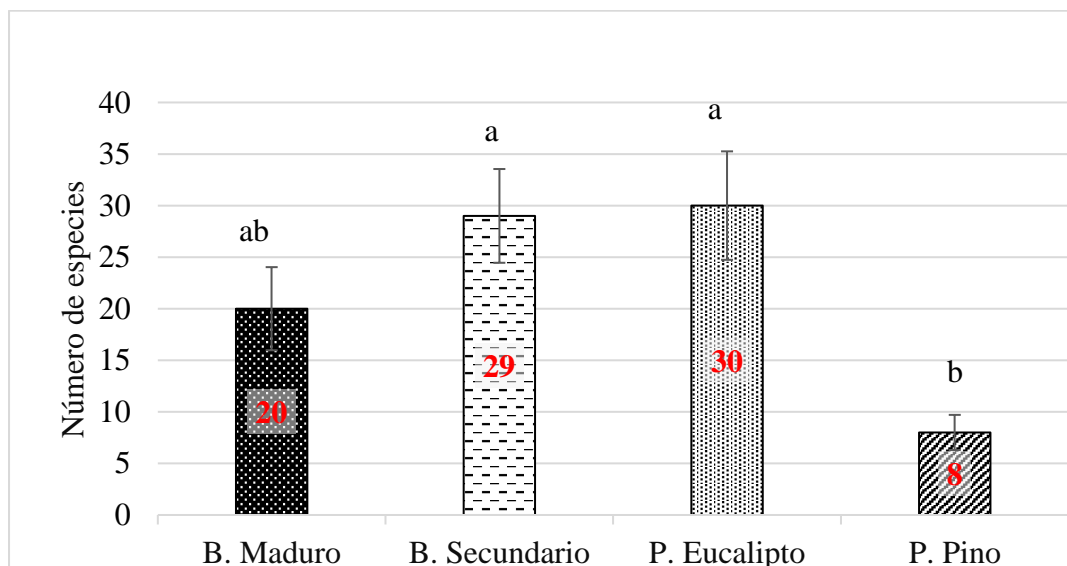


Figura 5: Riqueza de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Llaviucuo. Letras significan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.

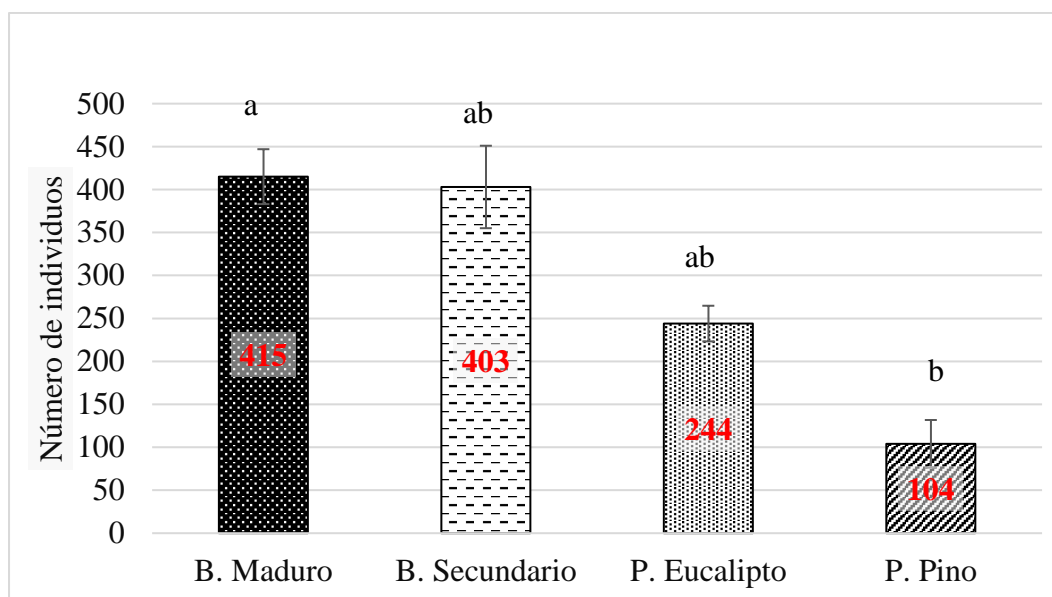


Figura 6: Abundancia de especies leñosas en regeneración natural bajo las coberturas de B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino presentes en Llaviucuo. Letras significan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.

De acuerdo con el Índice de Diversidad de Shannon los ecosistemas más diversos fueron, la P. Eucalipto y el B. Secundario con un valor de 2.93 y 2.63 respectivamente, luego está el B. Maduro con 2.12, y finalmente el ecosistema menos diverso fue la P. Pino con 1.34 (Tabla 2). Sin embargo, los resultados del Índice de Diversidad de Simpson reportaron que existe mayor diversidad en el B. Maduro, con un valor de 0.91, seguido del B. Secundario y la P. Eucalipto con un valor 0.87 para las dos coberturas y al igual que el índice anterior la P. Pino presentó la menor diversidad con un valor de 0.81 (Tabla 2). En cuanto a la Equidad de Pielou, en la P. Eucalipto se obtuvo el valor más alto con 0.86, seguido del B. Secundario con un valor de 0.78, luego para el B. Maduro con un valor de 0.71 y finalmente el valor más bajo corresponde a la P. Pino de 0.64 (Tabla 2).

Tabla 2: Índices de diversidad empleados para cada tipo de coberturas presentes en Llaviucuo.

Cobertura	Índice de Shannon	Índice de Diversidad de Simpson	Equidad de Pielou
B. Maduro	2.12	0.91	0.71



B. Secundario	2.63	0.87	0.78
P. Eucalipto	2.93	0.87	0.86
P. Pino	1.34	0.81	0.64

4.2. Estructura leñosa (árboles y arbustos) entre diferentes coberturas

En el bosque de Mazán, según los resultados del IVI en el B. Maduro las especies más importantes ecológicamente, son: *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (9.54%), *Piper* sp. (7.57%) y *Ocotea heterochroma* Mez & Sodiro (6.74%). En el caso del B. Secundario las especies que más sobresalieron fueron: *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (12.21%), *Palicourea* sp 2. (9.20%) y *Solanum barbulatum* Zahlbr (9.03 %). En la P. Eucalipto las especies más importantes registradas son: *Brugmansia sanguinea* (Ruiz & Pav.) D. Don (13.70%), *Piper* sp. (12.39%) y *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (9.99 %), y finalmente en las P. Pino se registró a la especie *Piper* sp. (19.42%), como la especie más importante seguido de *Viburnum triphyllum* Benth (17.81) y *Geissanthus* sp. (16.41%) (Tabla 3). En el Anexo 3 se muestran todas las especies de acuerdo a los valores IVI.

Tabla 3: Lista de las 3 especies con mayor Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura presentes en Mazán.

Especie	DR*(%)	AR*(%)	FR*(%)	IVI	IVI (%)
B. Maduro					
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	3.85	18.89	5.88	28.62	9.54
<i>Piper</i> sp.	3.84	12.98	5.88	22.71	7.57
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	6.59	7.76	5.88	20.23	6.74
B. Secundario					
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	0.66	29.64	6.33	36.63	12.21
<i>Palicourea</i> sp 2.	22.90	0.90	3.80	27.60	9.20
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	17.02	6.29	3.80	27.10	9.03
P. Eucalipto					
<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	38.21	0.67	2.22	41.09	13.70
<i>Piper</i> sp.	2.73	23.33	11.11	37.17	12.39
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	2.85	16.00	11.11	29.96	9.99



P. Pino					
<i>Piper</i> sp.	20.71	20.7079	20.00	61.42	20.47
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	23.49	23.4925	10.00	56.99	19.00
<i>Geissanthus</i> sp.	21.22	21.2247	10.00	52.45	17.48
DR*: Dominancia Relativa; AR*: Abundancia Relativa; FR*: Frecuencia Relativa					

En cuanto al IVM, en el B. Secundario se registró el mayor valor (Figura 7) 30.54 cm³, seguido del B. Maduro con un valor de 29.03 cm³ y el menor valor fue para las P. Eucalipto y P. Pino con 27.85 y 19.97 cm³ respectivamente. Estas diferencias entre tipos de coberturas no fueron estadísticamente significativas ($p=0.658$) y mediante la prueba de Scheffé se determina que hay similitud entre las coberturas estudiadas.

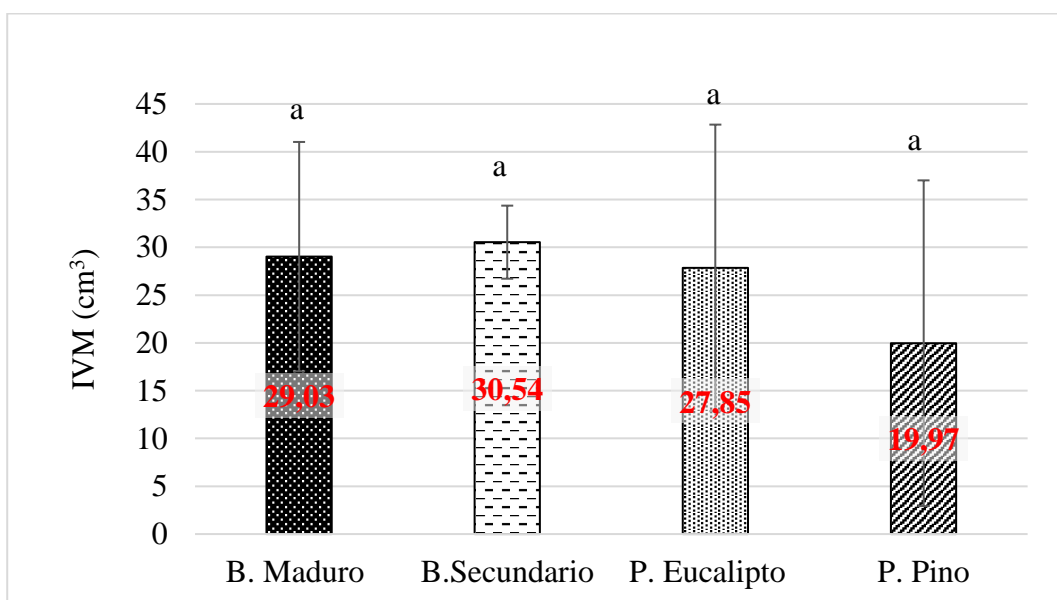


Figura 7: Índice de Volumen de Madera por cada cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto, P. Pino) presentes en Mazán. Letras significan similitud entre coberturas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar

En el bosque de Llaviucuo según los resultados del IVI el B. Maduro registró las tres especies más importantes ecológicamente a *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (13.65%), *Ocotea heterochroma* Mez & Sodiro (11.29%) y *Solanum barbulatum* Zahlbr (10.50%). En el caso del B. Secundario las especies más importantes fueron *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (0.38 %), *Solanum barbulatum* Zahlbr (8.87) y *Piper andreanum* C. DC. (7.68%). En las P. Eucalipto las especies que más sobresalieron fueron *Piper andreanum* C. DC. (8.14%), *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (7.97 %)



y *Fuchsia loxensis* Kunth (6.30%). Mientras que en las P. Pino fueron *Palicourea* sp1. (28.95), *Weinmannia fagaroides* Kunth (24.96%) y *Miconia crocea* (Desr.) Naudin (19.41%) (Tabla 4). En el Anexo 4 se muestran todas las especies de acuerdo con los valores IVI.

Tabla 4: Lista de las 3 especies con mayor Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura, presentes en Llaviucuo.

Especie	DR*(%)	AR*(%)	FR*(%)	IVI	IVI (%)
B Maduro					
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	4.46	27.71	8.77	40.95	13.65
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodi	3.88	21.20	8.77	33.86	11.29
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	4.40	18.31	8.77	31.49	10.50
B. Secundario					
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	2.21	18.91	7.04	28.15	9.38
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	2.40	17.16	7.04	26.61	8.87
<i>Piper andreanum</i> C. DC.	2.32	13.68	7.04	23.04	7.68
P. Eucalipto					
<i>Piper andreanum</i> C. DC.	3.64	14.69	6.10	24.43	8.14
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	3.53	14.29	6.10	23.91	7.97
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	4.23	8.57	6.10	18.90	6.30
P. Pino					
<i>Palicourea</i> sp1.	17.84	45.19	23.81	86.84	28.95
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	21.27	29.81	23.81	74.89	24.96
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	17.11	17.31	23.81	58.23	19.41
DR*: Dominancia Relativa, AR*: Abundancia Relativa y FR*: Frecuencia Relativa					

De acuerdo con el IVM (Figura 8) el valor más alto fue registrado para la P. Eucalipto con 31.51cm³ seguido del B. Maduro con un valor de 28.03 cm³, luego el B. Secundario 27.60 cm³ y finalmente la P. Pino 23.99 cm³. Estas diferencias entre tipos de coberturas no fueron estadísticamente significativas (p= 0.949) y mediante la prueba de Scheffé se determina que hay similitud entre las coberturas estudiadas.

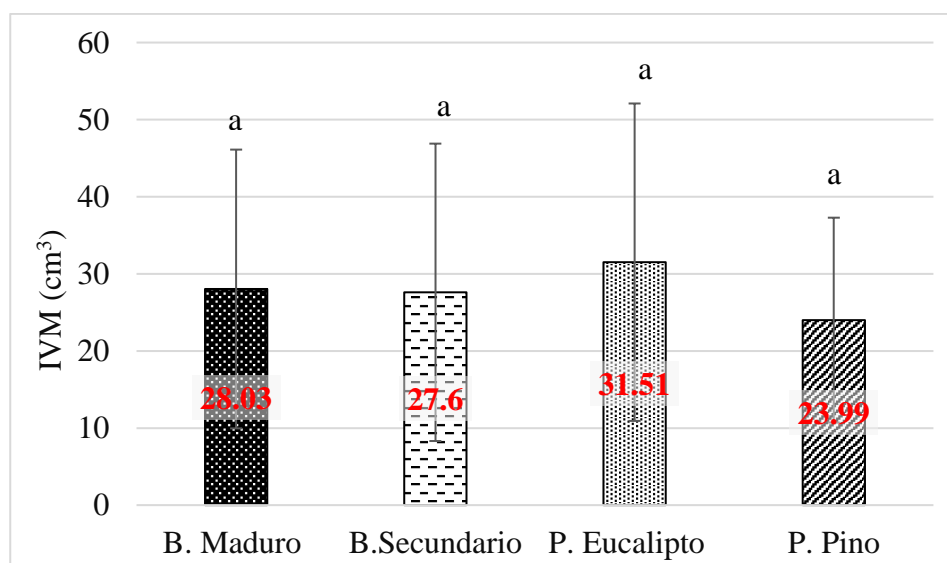


Figura 8: Índice de Volumen de Madera por cada cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Eucalipto, P. Pino) presentes en Llaviucuo. Letras significan similitud entre coberturas de acuerdo con la prueba de Scheffé. Barras representan la desviación estándar.

4.3. Grado de impacto en la regeneración natural

En el bosque de Mazán, tal como se mostró los resultados para los objetivos 1 y 2, hay evidencias de variación en la regeneración natural bajos las coberturas estudiadas. Adicionalmente, de acuerdo con el índice de similitud (Sørensen) (Tabla 5), el B. Secundario es el que mayor número de especies comparte con el bosque de referencia (19) obteniendo el valor más alto de similitud del 73% y mientras que las P. Pino y P. Eucalipto comparten un menor número de especies (13 y 6) y se obtuvo el valor de 62 y 35% respectivamente.

Tabla 5: Análisis de la similitud existente entre las coberturas estudiadas. A el número de especies encontradas en el B. Maduro, B el número de especies encontradas en el B. Secundario, P. Eucalipto o P. Pino según el caso de estudio y C el número de especie compartidas entre las dos coberturas. Mazán.

B. Maduro vs B. Secundario



Número de especies A	Número de especies B	Número de especies C	Índice de Similitud Sørensen
25	27	19	0.73
B. Maduro vs P. Eucalipto			
Número de especies A	Número de especies B	Número de especies C	Índice de Sørensen
25	17	13	0.62
B. Maduro vs P. Pino			
Número de especies A	Número de especies B	Número de especies C	Índice de Sørensen
25	8	6	0.35

En la tabla comparativa (Tabla 6) se muestra que en la zona de estudio se registraron algunas especies endémicas entre las cuales tenemos en el B. Maduro y en las P. Eucalipto 3 especies que son: *Oreopanax andreanus* Marchal, *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch y *Fuchsia loxensis* Kunth, mientras que en el B. Secundario se encontró 5 especies de las cuales las 3 especies son las antes mencionadas y además se registró las especies *Gynoxys dielsiana* Domke, *Verbesina latisquama* S.F. y en la P. Pino encontramos únicamente la especie *Fuchsia loxensis* Kunth.

En cuanto al estado de sucesión el B. Maduro presentan un mayor número de especies de sucesión avanzada, lo cual indica que este bosque ha sido menos intervenido, mientras que el B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino poseen un mayor número de especies pioneras tal como se muestra en la (Tabla 6). Con lo referente a la estructura leñosa todas las coberturas presentan un alto número de especies arbóreas y un menor número de especies arbustivas excepto la P. Pino, tal como se muestra en la (Tabla 6).

Tabla 6: Endemismo, estructura leñosa y estado de sucesión de especies por cobertura en Mazán

Indicador de impacto	B. Maduro (referencia)	B. Secundario	P. Eucalipto	P. Pino
Especies endémicas	3	5	3	1
Especies de sucesión avanzada	14	12	7	3
Especies pioneras	9	12	9	4
Especies arbóreas	18	16	13	4
Especies arbustivas	5	8	3	3



En el bosque de Llaviucuo de la misma manera que en el bosque de Mazán, mediante los resultados de los objetivos 1 y 2, se demuestra que existe variación en la regeneración natural bajo las coberturas estudiadas. Adicionalmente, según el índice de similitud de Sørensen (Tabla 7) el B. Secundario es el que mayor número de especies comparte con el B. Maduro (17) obteniendo el valor más alto de similitud de 69% seguidamente tenemos a la P. Eucalipto que comparte una cantidad similar de especies que el B. Secundario (16) con un valor de similitud del 64% y finalmente la P. de Pino comparte el menor número de especies (4) que representa el 29%.

Tabla 7: Análisis de la similitud existente entre las coberturas estudiadas. A el número de especies encontradas en el B. Maduro, B el número de especies encontradas en el B. Secundario, P. Eucalipto o P. Pino según el caso de estudio y C el número de especie compartidas entre las dos coberturas. Llaviucuo.

B. Maduro vs B. Secundario			
Número de especies A	Número de especies B	Número de especies C	Índice de Sørensen
20	29	17	0.69
B. Maduro vs P. Eucalipto			
Número de especies A	Número de especies B	Número de especies C	Índice de Sørensen
20	30	16	0.64
B. Maduro vs P. Pino			
Número de especies A	Número de especies B	Número de especies C	Índice de Sørensen
20	8	4	0.29

En la tabla comparativa (Tabla 8) se muestra que en la zona de estudio se registraron algunas especies endémicas entre las cuales tenemos en el B. Maduro: *Critoniopsis dorrii* H. Rob. *Fuchsia loxensis* Kunth, *Oreopanax andreanus* Marchal, *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch, mientras que en el B. Secundario además de las especies antes mencionadas se registraron la especie *Aegiphila ferruginea* Hayek & Spruce. En las P. Eucalipto se registraron tres de las ya antes mencionadas (*Fuchsia loxensis* Kunth, *Oreopanax andreanus* Marchal, *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch) y además la especie *Verbesina latisquama*. S.F. Blake. Finalmente, en la P. Pino se registró únicamente la especie *Fuchsia loxensis* Kunth.



En cuanto al estado de sucesión en el B. Maduro de las 18 especies registradas 10 corresponden a especies de sucesión avanzada y las 8 son especies pioneras, en el B. Secundario de las 27 especies 13 son de sucesión avanzada y las 14 especies restantes son pioneras, en cuanto a la P. Eucalipto de las 28 especies registradas 12 son de sucesión avanzada y las 16 son pioneras y por último en la P. Pino de las 7 especies 4 son de sucesión avanzada y las 3 son pioneras tal como se muestra en la (Tabla 8). Con lo referente a la estructura leñosa todas las coberturas presentan un mayor número de especies arbóreas y un menor número de especies arbustivas como se muestra en la (Tabla 8).

Tabla 8: Análisis de endemismo, estructura leñosa y estado de sucesión de especies por cobertura en Llaviucuo.

Indicador de impacto	B. Maduro (referencia)	B. Secundario	P. Eucalipto	P. Pino
Especies endémicas	4	5	4	1
Especies de sucesión avanzada	10	13	12	4
Especies pioneras	8	14	16	3
Especies arbóreas	14	19	19	5
Especies arbustivas	4	8	9	2

5. DISCUSIÓN

5.1. Efecto de los tipos de cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Pino y P. Eucalipto) en la regeneración natural

Los resultados mostraron que hay una diferencia significativa tanto en la riqueza como en la abundancia bajo las diferentes coberturas en Mazán y Llaviucuo, por ejemplo, la riqueza de especies en Llaviucuo es mayor en la P. Eucalipto y B. Secundario, mientras que en Mazán la mayor riqueza se obtuvo en el B. Secundario. En cuanto a la abundancia en los dos bosques, la mayor cantidad de individuos se registró en el B. Maduro. Estos datos sugieren que para que el caso de la riqueza en el bosque de Llaviucuo, la baja densidad de P. Eucalipto y su consecuente mayor apertura del dosel influyó en un alto reclutamiento de especies, en otras palabras la regeneración natural no tuvo limitaciones por la cantidad de luz ya que este es uno de los factores que puede influir en la



regeneración natural y además pudo proveer microclimas favorables para el establecimiento de especies pioneras, tal como lo mencionó (Martínez & García, 2007).

Por otro lado, en las dos zonas de estudio se evidencia que, bajo la P. Pino, tanto la riqueza como la abundancia de especies tuvo valores bajos, esto podría deberse a que la alta densidad de siembra (3 x 3 m), lo que implicó que el dosel del Pino impida el ingreso de luz hacia el sotobosque, produciendo competencia por luz (Crawley, 1997). Otro factor que pudo influenciar en la escasa regeneración natural son la presencia de alta biomasa de acículas, que recubren toda la superficie del suelo impidiendo la germinación de semillas y el desarrollo de nuevas plántulas; asimismo el suelo pudo haber cambiado sus propiedades físicas y químicas, por ejemplo, aumentar la acidez (Manrique, 2004). Cabe mencionar que en el bosque de Llaviucuo únicamente en una parcela bajo esta cobertura se registró un alto número de individuos, esto podría deberse a que la parcela preestablecida se encontraba ubicada en un sitio de sucesión con el B. Secundario, dentro de la cual la densidad de pino era muy baja, contribuyendo a un mayor reclutamiento de individuos.

Los resultados interesantes registrados bajo la P. Eucalipto coinciden con un estudio realizado en el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET) donde se demostró que hay regeneración natural de especies leñosas nativas bajo P. Eucalipto, 27 años después de haberse establecido; donde se registró una alta densidad de especies, sugiriendo que las especies exóticas pueden generar ambientes favorables para el desarrollo de otras especies (Hernández et al. 2014). También, en otro estudio llevado a cabo en Chile se demuestra que las plantaciones forestales incluyendo las P. Eucalipto al tener una densidad baja de siembra poseen un elevado potencial de regeneración natural de especies arbóreas nativa, dando como resultado un incremento en la diversidad florística del lugar (Guzmán, 2009). Sin embargo, estudios en Colombia han detectado que la presencia de plantaciones exóticas puede generar diversos cambios e impactos en las características naturales de un ecosistema, generando cambios significativos en la vegetación, dinámica y características de los suelos, es así que se determina que la especie *Eucaliptus globulus* tienen desventajas para la diversidad de especies, pues genera competencia por los recursos hídricos y nutrientes presentes en el suelo (Hofstede et al. 2002).



Mediante un estudio en Cochabamba, Bolivia fueron analizados los efectos de la tala sobre la composición y la regeneración natural de un bosque andino de neblina, en donde se determinó que en los bosques categorizados como intervenidos y muy intervenidos la composición florística y la regeneración natural disminuye significativamente en comparación con los bosques poco intervenidos y con intervención moderada (Ayma & Padilla, 2009). La misma problemática es analizada al sur del Ecuador en la provincia de Loja, donde León, (2014), evalúa el estado de la regeneración natural de especies forestales nativas bajo las plantaciones de pino y rodales naturales de aliso en bosques montanos, dando como resultado que el rodal natural de aliso presentó valores superiores en los índices de diversidad en comparación con las plantaciones de pino.

De acuerdo con la similitud que presentan las coberturas de B. Secundario, P. Eucalipto y P. Pino con el B. Maduro se evidencia que son pocas las especies que crecen bajo la sombra de las P. Pino y que comparten el menor número de especies con el B. Maduro. Resultados similares se obtuvieron en un estudio realizado por Cavelier & Santos, (1999) que analiza los problemas que trae consigo la introducción de especies exóticas en la regeneración de un bosque en Colombia, demostrando que, las P. Eucalipto y P. Pino tiene una similitud relativamente baja con relación al B. Maduro.

5.2. Efecto de los tipos de cobertura (B. Maduro, B. Secundario, P. Pino y P. Eucalipto) en la estructura de la vegetación

IVI es un parámetro ecológico que da un valor indistintamente a las especies registradas en cada tipo de cobertura. Este índice ha sido usado en otros escenarios tropicales por su peso e importancia ecológica ya que además de considerar la abundancia de las especies, toma en cuenta la dominancia expresada en el área basal (Veintimilla, 2013).

En este estudio tanto en Mazán como en Llaviucuo la especie que más alto IVI presenta es *Myrcianthes rhopaloides*, misma que se encuentra presente en tres de las cuatro coberturas estudiadas (B. Maduro, B. Secundario y P. Eucalipto), lo que indica que esta especie puede adaptarse a diferentes condiciones de microclima, aunque no adaptado a características específicas de las P. Pino. Según Parra, (2014), esta especie se desarrolla bien tanto en sitios abiertos como en sitios con escasa penetración de luz.



También se analiza el caso de la especie *Ocotea heterochroma*, la misma que es de sucesión avanzada por lo que los resultados más altos del IVI para Llaviucuo se obtuvo bajo la cobertura de B. Maduro, mientras que en las otras coberturas se registran pocos o ningún individuo, no obstante, en Mazán se encuentran individuos de esta especie en todas las coberturas con menor frecuencia en las P. Eucalipto y P. Pino, en esta última se registró únicamente un individuo, lo que confirma que esta especie no se desarrolla fácilmente en ecosistemas intervenidos y que las plántulas requieren de sombra durante varios años para tener un adecuado desarrollo (Castillo, 2013).

En cuanto al IVM que fue analizado por tipo de cobertura tanto en Mazán como en Llaviucuo, los rango de valores no fueron muy amplios entre las diferentes coberturas, no obstante, se observó que los valores de este índice es menor en el B. Maduro a pesar de que esté registró una alta riqueza y abundancia, esto podría deberse a que en esta cobertura los individuos tienen un crecimiento muy lento ya que están representado por especies de sucesión avanzada, por ejemplo: *M. rophaloides*, *O. heterochroma*, *H. Luteynii*. Las características de crecimiento lento son estrategias propias de las especies de sucesión avanzada (Martínez & García, 2007).

5.3. Importancia de las especies nativas y endémicas en el manejo y conservación de los bosques montanos

El bosque siempreverde montano alto poseen gran importancia social, económica y natural, albergan una alta diversidad de especies y poseen servicios ecosistémicos, es así que en la zona de estudio en su gran mayoría se registran especies nativas y en menor número especies endémicas, entre las cuales está, *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch que se encuentra en estado casi amenazada (NT) y la especie *Gynoxys dielsiana* Domke que se encuentra en estado vulnerable (VU) de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2017). Mediante el inventario realizado estas especies muestran pocos individuos, sin embargo, tienen una amplia distribución tanto al norte como al sur del país por lo que su estado de conservación se considera poco crítico y la probabilidad de extinguirse disminuye.



En el B. Maduro de Mazán fue registrada una conífera nativa de los Andes que corresponde a la especie *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub, dentro de la zona de estudio se puede apreciar que quedan pocos individuos de esta especie y se registró un solo individuo en proceso de regeneración natural. Esto podría deberse a que años atrás esta especie sufrió una masiva extracción por su alto valor maderero, así lo reportó Aguirre (2016) en el estudio de las especies forestales más aprovechadas del sur del Ecuador, donde se manifiesta que esta es una de las especies con mayor volumen de aprovechamiento y demanda en las ciudades de la región sur del Ecuador y actualmente se encuentra en estado vulnerable (VU) (UICN, 2017).

Se puede apreciar que a pesar de los impactos antrópicos que han sufrido las zonas de estudio, muchas especies se han adaptado y regenerado naturalmente en las coberturas con diferentes grados de perturbación (Ej. P. Pino y P. Eucalipto). Esto puede deberse a que más 17000 especies de plantas vasculares que existen en el Ecuador son el resultado de una historia de adaptaciones a medios diversos, de coevolución con otros organismos y de la dinámica de la superficie (Aguirre, Cruz & Verdezoto, 2016).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En los sitios de Mazán y Llaviucuo, una mayor riqueza y abundancia de especies leñosas fue encontrada bajo las coberturas de los B. Maduro y B. Secundario, sin embargo, en Llaviucuo, bajo la cobertura de P. Eucalipto la riqueza de especies fue significativamente más alto, esto sin duda está asociada a la densidad de siembra de esta especie exótica.

La cobertura que menor riqueza y abundancia alberga fueron las P. Pino en los dos sitios de estudio, esta diferencia es por las limitaciones en el reclutamiento de especies leñosas, pues las semillas, aunque podrían estar presentes no logran germinar y desarrollarse, por la alta competencia de luz; lo que sugiere realizar un manejo en estas plantaciones.



En cuanto a la estructura de la vegetación en las cuatro coberturas en los dos sitios, el IVM fue muy similar, sin embargo, es notorio que las coberturas con especies exóticas están dominadas por especies pioneras de rápido crecimiento, mientras que el B. Maduro alberga especies de sucesión avanzada que tienen un crecimiento mucho más lento. El IVI fue mayor para la especie *Myrcianthes rhopaloides*, ya que se registró una mayor abundancia en las tres coberturas debido a que tiene la capacidad de adaptarse a diferentes condiciones de microclima, mientras que la especie *Ocotea heterochroma* es de sucesión avanzada y su IVI ecológica se reflejó considerablemente en bosques con menor grado de perturbación como es el caso del B. Maduro.

En los dos sitios de estudio, bajo la cobertura testigo (B. Maduro) y las coberturas intervenidas existieron cambios en la composición florística de la regeneración natural, esto se ve reflejada por el Índice de Similitud que se obtuvieron entre las parcelas estudiadas. La baja similitud juntamente con los bajos índices de diversidad demuestra que bajo doseles de P. Pino existe un impacto negativo en la regeneración natural de especies leñosas, como consecuencia de su alta densidad de siembra y sus posibles alteraciones en las características fisicoquímicas en el suelo, sin embargo, se registran algunas especies como *Palicourea* sp., *Piper* sp. y la especie endémica *Fuchsia loxensis* que han logrado adaptarse y regenerarse en estas condiciones.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar un seguimiento de las parcelas establecidas con el fin de entender mejor la dinámica de regeneración natural a largo plazo.

Realizar nuevos estudios asociando la regeneración natural con otros factores abióticos por ejemplo la cantidad de luz que pasa por el dosel, tipos de suelo, pendiente entre otros.

En las P. Pino se debería realizar un manejo (clareo), para que por un lado pueda favorecer las condiciones microclimáticas (protección de viento, clima más estable) y por otro lado permita el ingreso de luz para el desarrollo de la regeneración natural de especies nativas. Como pauta de manejo se pueda eliminar los individuos planificadamente y a su vez ir



enriqueciendo los hábitats con especies nativas de sucesión avanzada, para acelerar el proceso de recuperación de los bosques.

En las P. Eucalipto, se podría eliminar paulatinamente los individuos de esta especie y hacer un enriquecimiento con especies de sucesión avanzada.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J., Cruz, S., & Verdezoto, M. (2016). Etnobotánica de plantas medicinales en el cantón Tena, para contribuir al conocimiento, conservación y valoración de la diversidad vegetal de la región Amazónica. *Dominio de las Ciencias* 2 (2), 26-52.
- Aguirre, Z. (2016). Especies forestales más aprovechadas del sur del Ecuador, 124.
- Altamirano, A., & Lara, A. (2010). Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Revista de Biología Tropical* 31 (1), 53-64. doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000100007>.



-
- Alvear, M., Betancur, J., & Franco, P. (2010). Floristic diversity and structure of Andean forests remnants near to Los Nevados National Park, Central Colombian Andes. *Caldasia* 32 (1), 39-63.
- Armenteras, D., & Rodríguez, N. (2014). Forest deforestation dynamics and drivers in Latin America: a review since 1990. *Colombia Forestal* 17 (2), 233-46. doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a06>.
- Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J., & Morales, M. (2011). Understanding Deforestation in Montane and Lowland Forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change* 11 (3), 693-705. doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0200>.
- Ayma, A. & Padilla, E. (2009). Effects of felling *Podocarpus glomeratus* (Podocarpaceae) on the structure of Andean cloud forest (Cochabamba, Bolivia). *Revista Peruana de Biología* 16 (1), 73-79.
- Benito, J. A., & Serrat, J.G. (2003). Bosque y turismo. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, n.º 35, 207-221.
- Bonfil, C., Cajero, I., & Evans, R. (2008). Germinación de semillas de seis especies de *Bursera* del centro de México. *Agrociencia* 42 (7), 827-834.
- Briceño, K. 2018. Índice de Simpson: Definición, Fórmula, Interpretación y Ejemplo. *Lifeder* (blog), 45.
- Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología* 12 (2), 203-216.
- Camba, A. (2003). Planteamientos sobre la regeneración en pinares de repoblación que alcanzan la edad de turno. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 15, 49-58.
- Castillo, O. J. (2013). Inventario de especies arbóreas del bosque nativo San José de las Palmas, parroquia San Pablo, cantón San Miguel, provincia de Bolívar, 76.
- Cavelier, J., & Santos, C. (1999). Efectos de plantaciones abandonadas de especies exóticas y nativas sobre la regeneración natural de un bosque montano en Colombia. *Revista de Biología Tropical* 47 (4), 775-84.
- Chacón, G. (2016). Mazán y Llaviuco 40 años después. *Revista de Ciencias Ambientales* 1 (1), 30-37.



-
- Crawley, M. J. (1997). Plant ecology. *Blackwell Science* 51 (2), 53-87.
- Galeas, C., Aguirre, Z., Navarro, G., Ferreira, W., Cornejo, X., Mogollón, H., Ulloa, C., León, S. Y., & Toasa, G. (2010). Propuesta metodológica para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador continental, 87.
- Gómez, J. (2011). Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Revista Amazónica* 41 (1), 135-42. doi: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000100016>.
- Gondard, P., León, S., & Fauroux, E. (1988). Transformaciones agrarias en el Ecuador, 136.
- Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148 (1), 185-206. doi: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00535-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00535-1).
- Guzmán, P. (2009). Reforestación y caracterización socioeconómica, 98.
- Henao, E., Ordóñez, Y., Ronnie de Camino., Villalobos, R., & Carrera, F. (2015). El Bosque secundario en Centroamérica un recurso potencial de uso limitado por procedimientos y normativas inadecuadas, 105.
- Hernández, M., Dinorah, D., Jiménez, P., Rodríguez, A., Uvalle, S., José, Isidro., Canizales, Velázquez., Anabel, P., & Domínguez, R. (2014). Regeneración natural del matorral espinoso tamaulipeco en una plantación de *Eucalyptus* spp. *Revista mexicana de ciencias forestales* 5 (21), 94-107.
- Herzog, S., Martínez, R., Jorgensen, P., & Tiessen, H. (2012). Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales. *Inter-American institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE)*, 348.
- Hofstede, R., Jeroen, P. G., Coppus, R., Fehse, J., & Sevink, J. (2002). Impact of Pine Plantations on Soils and Vegetation in the Ecuadorian High Andes. *Mountain Research and Development* 22 (2), 159-67. doi: [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2002\)022\[0159:IOPPOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2002)022[0159:IOPPOS]2.0.CO;2).
- Hoorn, C., Wesselingh, F., Steege, H., Bermudez, M., Mora, A., Sevink, J., & Sanmartin I. (2010). Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscape



-
- Evolution, and Biodiversity. *Revista Science* 330 (6006): 927-931. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1194585>.
- Huber, A., Iroumé, A., Mohr, C., & Frêne, C. (2010). Efecto de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile. *Revista de Ciencias Ambientales* 31 (3): 219-230. doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000300006>.
- Knoke, T., Bendix, J., Pohle, P., Ute, H., Hildebrandt, P., Roos, K., & Gerique, A. (2014). Afforestation or intense pasturing improve the ecological and economic value of abandoned tropical farmlands. *Nature Communications* 30 (5): 123-145. doi: <https://doi.org/10.1038/6612>.
- Lande, R. (1996). Statistics and Partitioning of Species Diversity and Similarity among Multiple Communities. *Revista Oikos* 76 (1): 5. doi: <https://doi.org/10.2307/3545743>.
- León, K. (2014). Evaluación de la influencia de la luz en la regeneración natural de especies leñosas bajo plantaciones de pino (*Pinus patula*) y rodales naturales de aliso (*Alnus acuminata*) en bosques montanos de la Región Sur del Ecuador, 87.
- León, S., Valencia, R., & Pitman, N. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. 2. ed, 957.
- Llosa, Z. B., & Monge, J. (2016). Restauración ecológica en la meseta central de Costa Rica. *Revista Biocenosis* 23 (2). 47.
- Louman, B. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Vol. 46. CATIE, 75.
- Ludeña, I. P., & Rojas, V. L. (2014). Diferencias de las características físicas, químicas y biológicas de dos lagunas de diferente edad y formación, de la Sierra Sur del Ecuador, 35.
- MAE. (2013). Parque Nacional Cajas. Ministerio del Ambiente. 2013.
- MAE. (2014). Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador Continental, (593 2).
- Manrique, O. (2004). Guía técnica para la restauración ecológica en áreas con plantaciones forestales exóticas en el distrito capital. - Observatorio Ambiental de Bogotá, 85.



-
- Martínez, M., & García, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas, 17.
- Minga, D. (2000). Árboles y arbustos del bosque de Mazán. (E. de A. P. y A. (ETAPA), Ed.). Cuenca.
- Moreno, C. (2001). ORCYT-UNESCO Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 86.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad* 82 (4): 1249-1261.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal, 92.
- Norden, N. (2014). De porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia forestal* 17 (2): 247-261. doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>.
- Palomeque, X., Maza, A., Ñamagua, J., Günter, S., Hildebrandt, P., Weber, M., & Stimm, B. (2017). Variabilidad intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur del Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales* 51 (2): 52-72. doi: <https://doi.org/10.15359/rca.51-2.3>.
- Parra, C. (2014). Sinopsis de la familia Myrtaceae y clave para la identificación de los géneros nativos e introducidos en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 38 (148): 261. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.128>.
- Peña, E., & Pauchard, A. (2001). «Coníferas introducidas en unidades del SNASPE: un riesgo para la biodiversidad, 79.
- Pérez, G., Jarquín, B., & Serrano, A. (2005). Estado actual de la regeneración natural del bosque seco en el refugio de vida silvestre Chacocente, Carazo, 81.
- Quintanilla, V. (2008). Perturbaciones a la vegetación nativa por grandes fuegos de 50 años atrás, en bosques Nordpatagónicos, 28: 20.
- Rodríguez, J. (2001). La amenaza de las especies exóticas para la conservación de la biodiversidad suramericana. *Interciencia* 26 (10): 479-483.



- Romero, J. Á., Medellín, R. A., & de Ita, A. O. (2008). Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 69.
- Salgado, S., Betancourt, F., & Cuesta, F. (2007). Caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la cuenca alta del río Mazar, Provincia Cañar–Ecuador. *Revista Ecociencia*, 59.
- Schüttler, E., & Karez, C. S. (2008). Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. *Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Montevideo, Uruguay*, 83.
- Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010, 57.
- Sirombra, M. G., y Mesa. L. M. (2010). Composición florística y distribución de los bosques ribereños subtropicales andinos del Río Lules, Tucumán, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 58 (1): 499-510.
- Tapia, M. F., Homeier, J., Espinosa, C. I., Leuschner, C., & Cruz, M. (2015). Deforestation and Forest Fragmentation in South Ecuador since the 1970s – Losing a Hotspot of Biodiversity. *PLOS ONE* 10 (9), 133. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone>.
- UICN. (2017). The IUCN Red List of Threatened Species.
- Vargas, O. (2011). Ecological Restoration: Biodiversity and Conservation. *Acta Biológica Colombiana* 16 (2): 221-246.
- Veintimilla, D. A. (2013). Identificación y caracterización de tipos de bosque tropical sobre un gradiente altitudinal en Costa Rica. Master's Thesis CATIE, 106.
- Wishnie, M.H., Dent, D. H., Mariscal, E., Deago, J., Cedeño, N., Ibarra, D., Condit, R., & Ashton, P.M. (2007). Initial Performance and Reforestation Potential of 24 Tropical Tree Species Planted across a Precipitation Gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management* 243 (1): 39-49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.02.001>.



-
- Yepes, A.P., del Valle, J. I., Jaramillo, S. L., & Orrego, S. A. (2010). Recuperación estructural en bosques sucesionales andinos de Porce (Antioquia, Colombia). *Revista de Biología tropical* 58 (1): 427–445.
- Zarco, V. M., Valdez, J., Ángeles, G., & Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia* 26 (1): 1-17.



8. ANEXOS

Anexo1. Lista de especies registradas en la zona de Mazán. Sp corresponde a las especies que no pudieron ser identificadas

Familia	Nombre Científico
ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal
ARALIACEAE	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis floribunda</i> (Kunth) H. Rob.
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis</i> sp.
ASTERACEAE	<i>Gynoxys dielsiana</i> Domke
ASTERACEAE	<i>Verbesina latisquama</i> S.F. Blake
BERBERIDACEAE	<i>Berberis lutea</i> Ruiz & Pav.
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia
CLETHRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth
CORNACEAE	<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.
ELAEOCARPACEAE	<i>Vallea stipularis</i> L. f.
LAURACEAE	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro
MELASTOMATACEAE	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia denticulata</i> Naudin
MYRICACEAE	<i>Myrica parvifolia</i> Benth.
MYRSINACEAE	<i>Geissanthus</i> sp.
MYRSINACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh
ONAGRACEAE	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.
PODOCARPACEAE	<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.).
POLYGALACEAE	<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth
RUBIACEAE	<i>Palicourea</i> sp1.
RUBIACEAE	<i>Palicourea</i> sp2.
SOLANACEAE	<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don
SOLANACEAE	<i>Sessea stipulata</i> Ruiz & Pav.
SOLANACEAE	<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.
SOLANACEAE	<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos quitensis</i> Brand
----	Sp1
----	Sp2



----	Sp5
------	-----

Anexo 2. Lista de especies registradas en la zona de Llaviucuo. Sp corresponde a las especies que no pudieron ser identificadas

Familia	Nombre Científico
ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal
ARALIACEAE	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.
ASTERACEAE	<i>Barnadesia arborea</i> Kunth
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis dorrii</i> H. Rob.
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis floribunda</i> (Kunth) H. Rob.
ASTERACEAE	<i>Verbesina latisquama</i> S.F. Blake
CAPPARACEAE	<i>Cleome anomala</i> Kunth
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.
CELASTRACEAE	<i>Maytenus verticillata</i> (Ruiz & Pav.) DC.
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia
CORNACEAE	<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth
ELAEocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.
FLACOURTIACEAE	<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.
LAMIACEAE	<i>Salvia corrugata</i> Vahl
LAMIACEAE	<i>Salvia hirta</i> Kunth
LAURACEAE	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro
MELASTOMATACEAE	<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia bracteolata</i> (Bonpl.) DC.
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.
MYRICACEAE	<i>Myrica parvifolia</i> Benth.
MYRTACEAE	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh
ONAGRACEAE	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth
PIPERACEAE	<i>Piper andreanum</i> C. DC.
POLYGALACEAE	<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth
PROTEACEAE	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.
RUBIACEAE	<i>Palicourea</i> sp1.
SCROPHULARIACEAE	<i>Calceolaria nivalis</i> Kunth
SOLANACEAE	<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don
SOLANACEAE	<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.
SOLANACEAE	<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.



Familia	Nombre Científico
VALERIANACEAE	<i>Valeriana hirtella</i> Kunth
VERBENACEAE	<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce
----	Sp1

Continuación de la lista de especies registradas en la zona de Llaviucuo

Familia	Nombre Científico
----	Sp2
----	Sp3
----	Sp4
----	Sp6

Anexo 3. Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Mazán

Especie	DR* (%)	AR* (%)	FR* (%)	IVI	IVI (%)
B. Maduro					
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	4.05	3.20	2.35	9.61	3.20
<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	2.18	0.17	1.18	3.52	1.17
<i>Critoniopsis</i> sp.	3.94	0.34	2.35	6.63	2.21
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	4.01	3.54	3.53	11.08	3.69
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	3.99	3.37	5.88	13.24	4.41
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	5.33	3.88	4.71	13.91	4.64
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	3.92	10.79	5.88	20.59	6.86
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	4.20	5.73	4.71	14.64	4.88
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	3.53	1.01	2.35	6.90	2.30
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	3.85	18.89	5.88	28.62	9.54
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodirol	6.59	7.76	5.88	20.23	6.74
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	4.97	0.34	2.35	7.66	2.55
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	3.99	3.37	4.71	12.07	4.02
<i>Palicourea</i> sp1.	3.71	3.04	5.88	12.63	4.21
<i>Palicourea</i> sp2.	5.09	1.18	4.71	10.97	3.66
<i>Piper</i> sp.	3.84	12.98	5.88	22.71	7.57
<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	5.16	0.17	1.18	6.50	2.17
<i>Sessea stipulata</i> Ruiz & Pav.	3.85	0.34	2.35	6.54	2.18
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	3.83	7.76	5.88	17.47	5.82



Especie	DR* (%)	AR* (%)	FR* (%)	IVI	IVI (%)
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	4.18	2.87	5.88	12.93	4.31
Sp1	4.07	6.91	5.88	16.87	5.62
Sp2	4.43	1.01	4.71	10.15	3.38
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	4.01	1.01	3.53	8.55	2.85
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	2.79	0.17	1.18	4.13	1.38

Continuación de Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Mazán

Especie	DR* (%)	AR* (%)	FR* (%)	IVI	IVI (%)
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	0.49	0.17	1.18	1.84	0.61
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
B. Secundario					
<i>Berberis lutea</i> Ruiz & Pav.	1.25	0.60	1.27	3.11	1.04
<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	0.66	0.60	2.53	3.79	1.26
<i>Critoniopsis floribunda</i> (Kunth) H. Rob.	0.35	0.30	1.27	1.91	0.64
<i>Critoniopsis</i> sp.	0.26	1.20	2.53	3.99	1.33
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	0.33	6.29	6.33	12.95	4.32
<i>Gynoxys dielsiana</i> Domke	1.45	0.60	2.53	4.58	1.53
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	3.77	0.90	3.80	8.46	2.82
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	1.59	1.80	3.80	7.19	2.40
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	0.29	9.28	6.33	15.90	5.30
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	0.79	1.50	2.53	4.82	1.61
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	0.81	1.80	3.80	6.40	2.13
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	0.66	29.64	6.33	36.63	12.21
<i>Myrica parvifolia</i> Benth.	0.51	2.40	5.06	7.97	2.66
<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	0.15	0.60	2.53	3.28	1.09
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodi	0.15	4.79	6.33	11.27	3.76
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	0.28	1.20	5.06	6.54	2.18
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	0.22	7.19	6.33	13.74	4.58
<i>Palicourea</i> sp1.	0.15	5.99	6.33	12.46	4.15
<i>Palicourea</i> sp2.	22.90	0.90	3.80	27.60	9.20
<i>Piper</i> sp.	1.52	12.28	6.33	20.13	6.71
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	17.02	6.29	3.80	27.10	9.03
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	0.29	0.30	1.27	1.86	0.62



Sp1	0.39	0.60	2.53	3.52	1.17
Sp2	23.58	0.30	1.27	25.15	8.38
Sp5	19.79	0.30	1.27	21.36	7.12
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	0.56	2.10	3.80	6.45	2.15
<i>Verbesina latisquama</i> S.F. Blake	0.27	0.30	1.27	1.84	0.61
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00

Continuación de Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Mazán

Especie	DR* (%)	AR* (%)	FR* (%)	IVI	IVI (%)
P. Eucalipto					
<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	38.21	0.67	2.22	41.09	13.70
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	3.10	3.33	2.22	8.66	2.89
<i>Critoniopsis</i> sp.	5.13	1.33	4.44	10.91	3.64
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	2.78	12.00	11.11	25.89	8.63
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	4.20	4.00	6.67	14.87	4.96
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	8.98	1.33	2.22	12.54	4.18
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	2.85	16.00	11.11	29.96	9.99
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	3.03	9.33	6.67	19.03	6.34
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	3.29	1.33	4.44	9.06	3.02
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	8.29	0.67	2.22	11.18	3.73
<i>Palicourea</i> sp1.	1.85	2.00	4.44	8.30	2.77
<i>Piper</i> sp.	2.73	23.33	11.11	37.17	12.39
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	1.61	5.33	8.89	15.83	5.28
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	3.90	6.00	6.67	16.57	5.52
Sp5	6.67	2.00	2.22	10.89	3.63
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	2.68	10.67	11.11	24.46	8.15
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	0.69	0.67	2.22	3.58	1.19
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
P. Pino					
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	4.27	4.2732	10.00	18.55	6.18
<i>Geissanthus</i> sp.	21.22	21.2247	10.00	52.45	17.48
<i>Miconia denticulata</i> Naudin	9.46	9.4621	20.00	38.92	12.97
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	0.60	0.6023	10.00	11.20	3.73
<i>Palicourea</i> sp1.	2.26	2.2583	10.00	14.52	4.84



Especie	DR* (%)	AR* (%)	FR* (%)	IVI	IVI (%)
<i>Piper</i> sp.	20.71	20.7079	20.00	61.42	20.47
Sp5	17.98	17.9790	10.00	45.96	15.32
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	23.49	23.4925	10.00	56.99	19.00
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
DR*: Dominancia Relativa; AR*: Abundancia Relativa; FR*: Frecuencia Relativa					

Anexo 4. Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Llaviucuo

Especie	DR*(%)	AR*(%)	FR*(%)	IVI	IVI (%)
B Maduro					
<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	7.72	0.96	3.51	12.20	4.07
<i>Cleome anomala</i> Kunth	6.74	0.72	3.51	10.97	3.66
<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	14.19	0.24	1.75	16.19	5.40
<i>Critoniopsis dorrii</i> H. Rob.	4.80	0.48	3.51	8.79	2.93
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	4.48	2.65	3.51	10.64	3.55
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	2.87	2.17	3.51	8.55	2.85
<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack	3.36	0.96	5.26	9.58	3.19
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	6.63	0.24	1.75	8.62	2.87
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	3.34	1.45	5.26	10.05	3.35
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	3.99	0.48	3.51	7.98	2.66
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	4.46	27.71	8.77	40.95	13.65
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodirol	3.88	21.20	8.77	33.86	11.29
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	0.99	0.24	1.75	2.98	0.99
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	10.16	3.37	8.77	22.30	7.43
<i>Palicourea</i> sp.	3.31	2.89	7.02	13.22	4.41
<i>Piper andreanum</i> C. DC.	4.42	10.60	8.77	23.79	7.93
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	4.40	18.31	8.77	31.49	10.50
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	3.34	0.96	3.51	7.82	2.61
Sp1	3.86	2.89	5.26	12.01	4.00
Sp2	3.06	1.45	3.51	8.02	2.67



Especie	DR*(%)	AR*(%)	FR*(%)	IVI	IVI (%)
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
B. Secundario					
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	3.75	0.25	1.41	5.40	1.80
<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce	13.44	0.50	1.41	15.34	5.11
<i>Barnadesia arborea</i> Kunth	2.21	4.73	5.63	12.57	4.19
<i>Cleome anomala</i> Kunth	1.06	1.24	4.23	6.53	2.18
<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	3.34	0.75	4.23	8.31	2.77
<i>Critoniopsis dorrii</i> H. Rob.	1.04	0.25	1.41	2.70	0.90
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	2.28	3.48	4.23	9.99	3.33
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	2.51	3.23	5.63	11.38	3.79

Continuación de Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Llaviucuo

Especie	DR*(%)	AR*(%)	FR*(%)	IVI	IVI (%)
<i>Maytenus verticillata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	2.68	0.25	1.41	4.34	1.45
<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack	1.64	1.74	2.82	6.20	2.07
<i>Miconia</i> sp.	0.97	0.25	1.41	2.63	0.88
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	4.12	0.75	2.82	7.68	2.56
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	3.72	1.99	2.82	8.53	2.84
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	2.21	18.91	7.04	28.15	9.38
<i>Myrica parvifolia</i> Benth.	0.73	0.25	1.41	2.39	0.80
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodirol	2.40	8.96	7.04	18.40	6.13
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	16.83	0.75	1.41	18.98	6.33
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	1.91	1.00	2.82	5.72	1.91
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	2.84	1.74	4.23	8.81	2.94
<i>Palicourea</i> sp.	2.18	3.48	5.63	11.29	3.76
<i>Piper andreanum</i> C. DC.	2.32	13.68	7.04	23.04	7.68
<i>Salvia corrugata</i> Vahl	1.72	2.74	2.82	7.28	2.43
<i>Salvia hirta</i> Kunth	11.06	0.50	2.82	14.37	4.79
<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	2.40	17.16	7.04	26.61	8.87
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	1.59	0.50	1.41	3.49	1.16
Sp2	4.37	1.00	2.82	8.18	2.73



Sp3	0.88	0.25	1.41	2.53	0.84
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	2.43	6.22	4.23	12.87	4.29
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	1.36	3.48	1.41	6.25	2.08
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
P. Eucalipto					
<i>Barnadesia arborea</i> Kunth	2.01	1.22	3.66	6.89	2.30
<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	1.30	0.82	1.22	3.34	1.11
<i>Calceolaria nivalis</i> Kunth	4.54	3.67	3.66	11.87	3.96
<i>Critoniopsis floribunda</i> (Kunth) H. Rob.	3.73	0.82	2.44	6.99	2.33
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	4.23	8.57	6.10	18.90	6.30
<i>Hedyosmum luteynii</i> Todzia	2.32	3.27	2.44	8.03	2.68

Continuación de Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Llaviucuo

Especie	DR*(%)	AR*(%)	FR*(%)	IVI	IVI (%)
<i>Maytenus verticillata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	3.79	0.82	2.44	7.05	2.35
<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack	3.31	1.63	3.66	8.60	2.87
<i>Miconia bracteolata</i> (Bonpl.) DC.	0.34	0.41	1.22	1.96	0.65
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	4.34	2.45	2.44	9.23	3.08
<i>Miconia</i> sp.	1.78	0.41	1.22	3.41	1.14
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	4.24	4.90	3.66	12.80	4.27
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	3.55	4.08	6.10	13.73	4.58
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	3.53	14.29	6.10	23.91	7.97
<i>Myrica parvifolia</i> Benth.	2.20	0.82	2.44	5.46	1.82
<i>Ocotea heterochroma</i> Mez & Sodiro	3.73	2.04	3.66	9.43	3.14
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	1.62	0.41	1.22	3.25	1.08
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	6.51	2.04	4.88	13.43	4.48
<i>Palicourea</i> sp.	0.89	2.45	1.22	4.56	1.52
<i>Piper andreanum</i> C. DC.	3.64	14.69	6.10	24.43	8.14
<i>Salvia corrugata</i> Vahl	5.69	1.22	2.44	9.35	3.12
<i>Salvia hirta</i> Kunth	5.00	0.82	1.22	7.04	2.35



<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	4.04	8.57	4.88	17.49	5.83
<i>Solanum nutans</i> Ruiz & Pav.	3.60	4.90	4.88	13.37	4.46
Sp2	4.43	3.67	6.10	14.20	4.73
Sp4	0.83	0.41	1.22	2.46	0.82
<i>Valeriana hirtella</i> Kunth	1.10	0.41	1.22	2.73	0.91
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	4.84	3.27	4.88	12.99	4.33
<i>Verbesina latisquama</i> S.F. Blake	4.71	2.45	2.44	9.60	3.20
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	4.14	4.49	4.88	13.51	4.50
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
P. Pino					
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	18.67	0.96	4.76	24.39	8.13
<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin	17.11	17.31	23.81	58.23	19.41
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	9.29	2.88	9.52	21.70	7.23

Continuación de Índice de Valor de Importancia por cada tipo de cobertura de Llaviucuo

<i>Myrica parvifolia</i> Benth.	0.83	0.96	4.76	6.55	2.18
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	14.06	0.96	4.76	19.78	6.59
<i>Palicourea</i> sp1.	17.84	45.19	23.81	86.84	28.95
Sp6	0.93	1.92	4.76	7.61	2.54
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	21.27	29.81	23.81	74.89	24.96
Total	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
DR*: Dominancia Relativa, AR*: Abundancia Relativa y FR*: Frecuencia Relativa					

Anexo 5. Lista de especies endémicas presentar en Mazán y Llaviucuo

Especies Endémicas	
Llaviucuo	Mazán
<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth
<i>Critoniopsis dorrii</i> H. Rob.	<i>Gynoxys dielsiana</i> Domke
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch.	<i>Verbesina latisquama</i> S.F. Blake
<i>Verbesina latisquama</i> S.F. Blake	

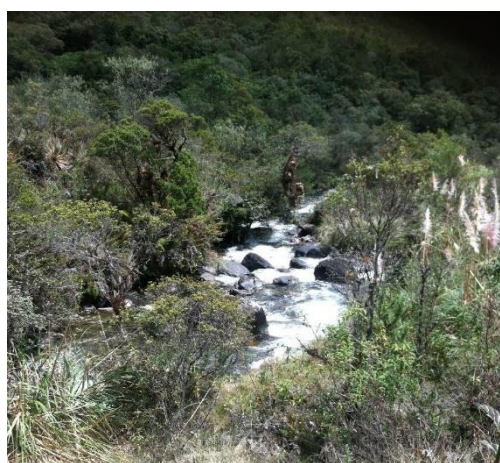


Anexo 6. Tipos de cobertura de las zonas de estudio



B. Maduro (Llaviucuo)

Fuente: Autores



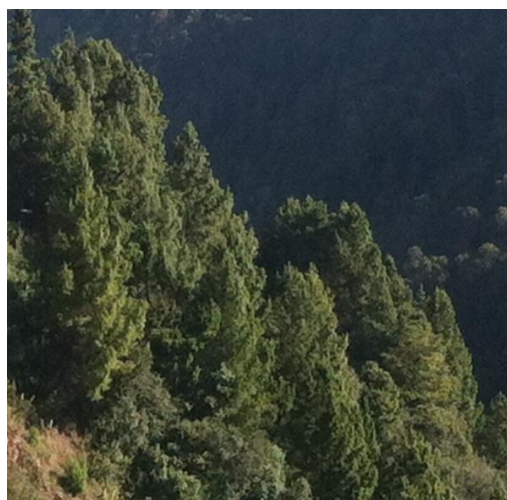
B. Secundario (Llaviucuo)

Fuente: Autores



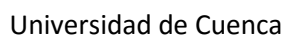
P. Eucalipto (Mazán)

Fuente: Autores



P. Pino (Llaviucuo)

Fuente: Autores

[illegible]

64



Anexo 8. Registros fotográficos del trabajo de campo llevado a cabo en Mazán y Llaviucuo



Visita a la zona de estudio en Llaviucuo

Fuente: Autores



Delimitación de subparcelas en P. Pino

Fuente: Autores



Toma de datos de las especies leñosas en regeneración natural en el B. Secundario

Fuente: Autores



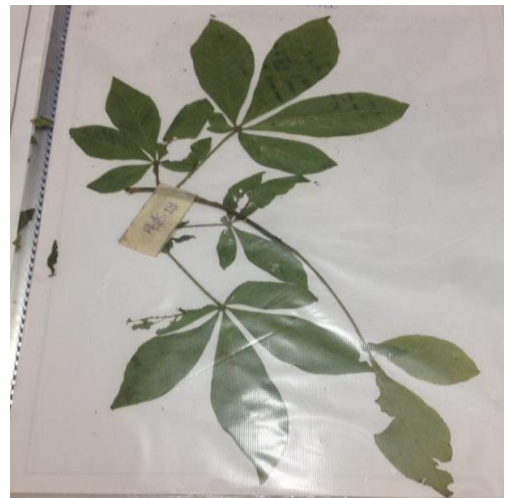
Colocación de la respectiva placa a la especie *Oreopanax andreanus*

Fuente: Autores



Secado de especies no identificadas en el campo

Fuente: Autores



Secado de especies no identificadas en el campo

Fuente: Autores



Registró de la especie *Prumnopitys montana*

Fuente: Autores